MANIPULATIONS ÉLECTROTYPIQUES

OU

TRAITÉ

DE

GALVANOPLASTIE

Contenant la Description des Procédés les plus faciles

POUR DORER, ARGENTER,

GRAVER SUR CUIVRE ET SUR ACIER, REPRODUIRE LES MÉDAILLES ET LES ÉPREUVES DAGUERRIENNES, MÉTALLISER LES STATUETTES DE PLATRE, ETC., AU MOYEN

DU GALVANISME;

PAR

CHARLES V. WALKER,

Secrétaire honoraire de la Société électrique de Londres;

TRADUIT DE L'ANGLAIS SUR LA 10e ÉDITION,

PAR LE Dr J. FAU.

Deuxième Édition;

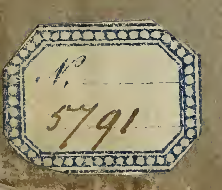
Augmentée d'un grand nombre de notes.

PARIS.

MÉQUIGNON-MARVIS FILS, LIBRAIRE-ÉDITEUR,

3, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE.

1843



TRAITÉ
DE
GALVANOPLASTIE.

IMPRIMÉ PAR BÉTHUNE ET PLON, A PARIS.

MANIPULATIONS ÉLECTROTYPIQUES

OU

TRAITÉ

DE

GALVANOPLASTIE

Contenant la Description des Procédés les plus faciles

POUR DORER, ARGENTER,

GRAVER SUR CUIVRE ET SUR ACIER, REPRODUIRE LES MÉDAILLES
ET LES ÉPREUVES DAGUERRIENNES, MÉTALLISER LES STATUETTES DE PLATRE, ETC.,
AU MOYEN

DU GALVANISME;

PAR

CHARLES V. WALKER,
Secrétaire honoraire de la Société électrique de Londres :

TRADUIT DE L'ANGLAIS SUR LA 10e ÉDITION.

PAR LE Dr J. FAU.

Deuxième Édition,

Augmentée d'un grand nombre de notes.

PARIS.

MÉQUIGNON-MARVIS FILS, LIBRAIRE-ÉDITEUR,

3, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE.

LYON.

CHARLES SAVY JEUNE, LIBRAIRE.

1843

PRÉFACE

DU TRADUCTEUR.

Ces deux mots, — **DIXIÈME ÉDITION**, — placés en tête d'un ouvrage, me paraissent être la meilleure garantie de son mérite ou de son utilité ; on ne peut contester ces qualités au livre dont je donne aujourd'hui la traduction et qui a obtenu en Angleterre un immense succès. L'auteur, M. Charles Walker, secrétaire de la Société électrique de Londres, a profité habilement des avantages que lui offrait sa position, nul mieux que lui n'était à même de réunir de riches matériaux. Aussi a-t-il fait un petit livre qui contient presque autant de faits que de mots. Certes on pourra composer de plus gros traités sur le même sujet, je doute fort qu'on parvienne jamais à en faire de plus substantiels. M. Walker nous conduit des principes aux applications, les unes découlent naturellement des autres et le lecteur n'est jamais embarrassé pour expliquer un phénomène.

« Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement, »

a dit le législateur de la poésie. Ce précepte, légèrement modifié, est d'une application générale. On exécutera sans peine les expériences galvanoplastiques, lorsqu'on sera bien pénétré des préceptes élémentaires contenus dans cet ouvrage.

« J'ai voulu, dit l'auteur, aplanir la route, » pour que mes lecteurs puissent la parcourir » sans être arrêtés par le moindre obstacle. » — En effet, la route est devenue si unie, que personne n'hésitera à s'y engager et que tous pourront atteindre le but.

Sans vouloir en aucune façon dénigrer l'admirable découverte de M. Daguerre, je pense que l'électrotypie a une tout autre importance ; des applications déjà nombreuses suffisent pour dévoiler l'immense avenir qui lui est réservé : d'ailleurs, sans parler de son influence sur les arts, n'offre-t-elle pas un délassement aussi agréable que la photographie? Des opérations simples, faciles et presque toujours suivies d'un beau résultat, l'emporteront sans doute sur les manœuvres délicates et les nombreux caprices du daguerréotype. Je crois vraiment que l'époque n'est pas bien éloignée, où nous verrons l'électrotypie occuper le rang qu'elle mérite et devenir le délas-

sement privilégié des amateurs. Peut-être ce temps serait-il déjà venu, si nous possédions un traité spécial sur cette matière; mais les seuls renseignements que l'on puisse se procurer, sont disséminés dans les recueils scientifiques et ne suffiraient pas pour guider les commençants. C'est ce dernier but surtout que s'est proposé **M.** Walker en publiant son traité ; avec un guide aussi clair, la galvanoplastie n'est plus qu'un jeu. Les amateurs y trouveront les moyens de revêtir de bronze les statuettes de plâtre, de reproduire les médailles les plus rares, d'argenter et de dorer, de graver les épreuves daguerriennes, etc., etc. Il fournira des renseignements précieux aux personnes qui voudront opérer sur une plus grande échelle.

J'ai cru devoir terminer par des notes intéressantes extraites des ouvrages de **MM.** Spencer, Smee, etc. ; elles complètent ce livre et en font un véritable *Manuel de l'électrotypiste.*

Il est probable que d'autres publications suivront la mienne : s'il en est ainsi, je me féliciterai doublement d'avoir entrepris ce travail ; car j'aurai fait connaître en France un excellent ouvrage et j'aurai donné la première impulsion à la

publicité que méritent les nouvelles applications du galvanisme.

Un mot encore au sujet de la traduction. L'auteur anglais a tout sacrifié à la lucidité ; j'ai fait de même, c'était mon devoir de traducteur.

— Le succès de cette traduction, dont il a été vendu plus de trois mille exemplaires en quelques mois, m'engage à en faire paraître une nouvelle édition, et m'impose en quelque sorte le devoir de communiquer au public toutes les nouvelles connaissances que j'ai pu acquérir soit par la lecture des travaux publiés récemment, soit par ma propre expérience.

Ainsi que je l'avais prévu, plusieurs ouvrages ont paru à la suite de ce petit livre ; et il n'y a pas long-temps encore qu'on a mis en vente un *Traité de galvanoplastie*, dont l'auteur anonyme a cru devoir faire de nombreux emprunts au travail de M. Walker. Je ne relèverais pas cette circonstance, flatteuse pour l'auteur anglais, si l'on n'avait négligé parfois de faire connaître la source de ces emprunts, parmi lesquels je citerai seulement la manière de construire l'appareil de Daniell au moyen du galvanisme. Au reste, je

n'ai pas l'intention de faire ici la critique de cet opuscule, le public est le meilleur juge en pareille matière.

J'ai ajouté un grand nombre de notes à celles qui accompagnaient la première édition : il était indispensable de faire connaître plusieurs nouvelles solutions d'or et d'argent, ainsi que les moyens de cuivrer le fer et l'acier; opération qui précède l'application des métaux précieux, et sur laquelle on n'avait pas donné les renseignements nécessaires. J'appellerai surtout l'attention des amateurs sur les nouveaux moyens de graver les métaux. La métallisation des statuettes laissait beaucoup à désirer, les procédés de décapage n'étaient pas suffisants, etc. Enfin, il fallait mettre ce livre au niveau des connaissances nouvelles et faire disparaître les imperfections qu'il pouvait contenir. Au surplus, sans m'étendre plus longuement sur ce sujet, je laisse à mes lecteurs le soin de décider si cette seconde édition mérite le même accueil que la première.

Aux personnes qui se plaindraient de ne pas réussir, je répondrai que plusieurs amateurs ont obtenu de fort beaux résultats en suivant à la lettre les indications de ce traité. Je citerai

surtout M. Denaut, qui ne s'était jamais occupé de galvanoplastie et chez lequel j'ai vu des médailles argentées qui ne le cèdent en rien, sous le rapport de la pureté et du mat, à ce que les graveurs et les orfévres produisent de plus parfait par les procédés ordinaires.

Je ne terminerai pas sans offrir mes remercîments à M. Huc, amateur distingué qui a bien voulu me communiquer la plupart des renseignements dont j'ai pu enrichir cette nouvelle édition.

MANIPULATIONS
ÉLECTROTYPIQUES.

PREMIÈRE PARTIE.

I. OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES.

1. Le but de ce traité n'est pas de démontrer les principes physiques qui forment la base de l'électrotypie, mais bien de décrire clairement les divers procédés opératoires et les précautions qu'il faut observer pour réussir. Ces instructions sont le résultat d'une longue suite de recherches, l'auteur s'occupera particulièrement de ces *petits riens* qui exercent une si grande influence sur le succès des opérations. Il s'efforcera d'éviter autant que possible la phraséologie scientifique, de manière que l'amateur pour lequel cet ouvrage est écrit, puisse parcourir sa route sans rencontrer d'obstacle. S'occupant de former une riche collection de médailles au moyen de l'électrotypie, l'auteur a dû nécessairement adopter les procédés les plus commodes et les plus économiques ; ils seront décrits avec un tel soin, que l'amateur sera conduit naturellement de la médaille originale à la copie parfaite propre à être placée dans son cabinet.

2. La *galvanoplastie*, *électrotypie* ou *élec-*

tion du courant électrique et cessation de l'action chimique relative à l'électricité (1) ; l'hydrogène ne se dégage plus sur la plaque de cuivre et la dissolution du zinc (pur ou amalgamé) cesse de s'effectuer.

8. On ne saurait trop insister sur ce principe fondamental : que l'électricité est transmise, *à travers le liquide*, *du* zinc *au* cuivre. Si l'on se pénètre bien de ce simple fait, on pourra toujours trancher cette question qui embarrasse tant de personnes (§ 165), à savoir : quelle est l'extrémité positive ou l'extrémité négative d'une batterie. C'est par l'extrémité positive que l'électricité *s'échappe ;* c'est par l'extrémité négative qu'elle opère sa *rentrée.* Dès qu'on aura déterminé la direction du courant en voyant la position des deux métaux dans un vase, les autres points en seront une conséquence inévitable.

9. Dans le cas où le fil métallique réunissant les deux plaques qui nous ont servi d'exemple pour un seul couple (§ 3), dans le cas, dis-je, où ce fil serait rompu et la continuité rétablie par un appareil quelconque placé entre les deux extrémités, l'examen seul suffirait pour démontrer que l'électricité passant *du* zinc *au* cuivre, s'échapperait par le fil attaché à la plaque de *cuivre* et rentrerait dans la batterie par celui qui tient à la plaque de *zinc*, après avoir traversé l'appareil placé entre les extrémités

(1) Les effets chimiques *ordinaires* de l'acide sur le zinc ont toujours lieu, à moins qu'ils ne soient empêchés par d'autres moyens (§ 40, 41).

rompues ; le cuivre ou métal *négatif* formerait l'extrémité *positive* de la batterie, et le zinc, métal *positif*, son extrémité *négative*.

10. ÉLECTROLYSIE. Les *puissants* effets de l'électricité voltaïque, ceux qui ont donné tant d'attraits à l'étude de cette science, dépendent des différentes manières dont on combine un plus ou moins grand nombre de paires métalliques, et de la nature de l'appareil placé entre les fils fixés aux extrémités de la batterie. *Notre* attention doit être exclusivenent réservée à l'étude de cette puissance que le docteur Faraday a nommée *électrolytique* (1), d'après ses effets. De l'intelligence parfaite de ce point dépend tout le succès des expériences électrotypiques.

11. Si l'on dispose une série d'environ dix batteries ou paires voltaïques dans l'ordre suivant : zinc, liquide, cuivre, et que dans un vase contenant de l'eau acidulée avec l'acide sulfurique (2), on fasse plonger les fils métalliques extrêmes qui, pour cet usage, doivent être en platine, l'eau sera électrolysée ou décomposée par l'électricité ; l'hydrogène se portera sur le fil fixé à l'extrémité négative de la batterie et l'oxygène sur l'extrémité positive. Si l'on recueille séparément ces gaz dans des tubes placés sur les fils de platine, on obtiendra deux parties d'hydrogène pour une d'oxygène.

(1) Voy. *Exp. Researches*, série 7, § 664.

(2) Ici, comme dans tout autre cas analogue, l'acide sulfurique est destiné à augmenter le pouvoir conducteur du liquide pour faciliter le passage de l'électricité. Nous ne nous occupons pas encore du procédé opératoire.

12. Si l'on jette quelques cristaux de sulfate de cuivre dans cette eau acidulée et qu'on y fasse passer le courant électrique, l'électrolysie se manifestera encore ; l'eau sera décomposée, mais on n'obtiendra que du gaz oxygène. A mesure que l'hydrogène se dégage de l'eau, il prend dans la solution la place du cuivre qui est mis à nu et qui se porte sur le fil négatif (§ 9). Cette expérience peut être continuée jusqu'à ce que tout le cuivre de la solution soit épuisé ; il ne restera plus que de l'eau fortement acidulée.

13. On modifie cette expérience en substituant un fil de *cuivre* au fil positif de *platine*. Ici encore l'eau est décomposée, mais *aucun* des gaz n'est visible. Comme dans l'expérience précédente, l'hydrogène remplace le cuivre dans la solution et met le métal à nu (§ 13) ; au lieu de se porter sur le fil positif, l'oxygène se combine avec le cuivre pour former un oxyde de cuivre dont l'union avec l'acide sulfurique donne naissance à un sulfate d'oxyde de cuivre. Ainsi, à mesure que la solution est appauvrie par le dépôt du cuivre sur le fil *négatif,* ses pertes sont réparées par le fil *positif.*

14. On remarquera que, dans ces exemples d'électrolysie, les métaux se portent sur la plaque négative. Une partie de la science électrotypique découverte en Angleterre par M. Spencer et sur le continent par le professeur Jacobi, consiste à préparer des modèles ou des moules (§ 24, 28) des objets à copier et à les substituer à la plaque négative ; il aut aussi que la batterie ou l'appareil destiné à pro-

duire le courant voltaïque (§ 63, 64) dépose les métaux sous une forme compacte et solide.

15. Ces deux points exigent plusieurs précautions ; mais, en se conformant aux instructions qu'on va lire, les individus les moins habiles parviendront à obtenir des copies métalliques des plus beaux produits de l'art, s'ils y apportent un peu de soin et de patience.

16. BATTERIE VOLTAÏQUE A EFFET CONSTANT. Avant de clore ces observations préliminaires, il est indispensable de donner une description rapide de la batterie à effet constant. On peut opposer trois objections à la paire voltaïque immergée dans un vase d'eau acidulée (§ 3). D'abord, les bulles d'hydrogène qui se forment sur la plaque de cuivre doivent nécessairement empêcher le contact de certaines parties de cette plaque avec le liquide ; donc son pouvoir sera moins grand qu'il ne pourrait l'être. En second lieu le zinc dissous se dépose en partie sur le cuivre ou plaque négative, conformément aux lois précédentes (§ 14) ; ce qui donne lieu à des courants en sens inverse qui diminuent la puissance. Enfin, l'acide se sature promptement d'oxyde de zinc et il ne se manifeste plus aucune action.

17. L'invention de la batterie à effet constant du professeur Daniell nous a fourni les moyens de vaincre presque toutes ces difficultés, de renverser toutes ces objections. On empêche le dépôt du zinc, en employant deux liquides séparés par une cloison perméable, autrement nommée « dia-

phragme, » composée d'une membrane animale, de papier (§ 37), de terre poreuse, de plâtre de Paris, ou de bois (§ 44) (1). Le liquide en contact avec le zinc est, comme ci-dessus (§ 3), de l'eau acidulée; le cuivre est plongé dans une solution de sulfate de cuivre (2). D'après ce que nous avons déjà vu (§ 12, 13), on comprend qu'avec cet appareil on obtiendra du *cuivre* au lieu d'*hydrogène* sur la plaque négative de cuivre.

18. Le dépôt de cuivre sur la plaque négative s'oppose au dépôt du zinc, même lorsque le sulfate se fraie un passage à travers le diaphragme; car, conformément à certaines lois dont l'exposition ne doit pas nous arrêter actuellement, les métaux sont révivifiés de leurs solutions dans un ordre régulier. On peut toutefois vérifier le fait avec facilité en employant une plaque de *laiton* dans un des appareils que nous décrirons (§ 48, 51), et l'on verra qu'elle produit une médaille de *cuivre;* le zinc qui entre dans la composition du laiton reste dans le liquide.

19. On maintient l'action *continue* de cette batterie en *amalgamant* le zinc (§ 41) et en nourrissant la solution cuivreuse avec des cristaux de sulfate de cuivre (§ 46). L'amalgame empêche l'action chimique de l'acide sur le zinc et la destruction inutile de ce dernier (§ 7, 40); les cristaux supplémentaires de sulfate de cuivre entretiennent au

(1) Le tilleul ou quelque autre bois poreux bouilli pendant au moins une heure dans de l'eau contenant un peu d'acide sulfurique (Jacobi).

(2) On le nomme plus exactement sulfate d'*oxyde de cuivre*.

même degré la solution constamment épuisée par la révivification du métal.

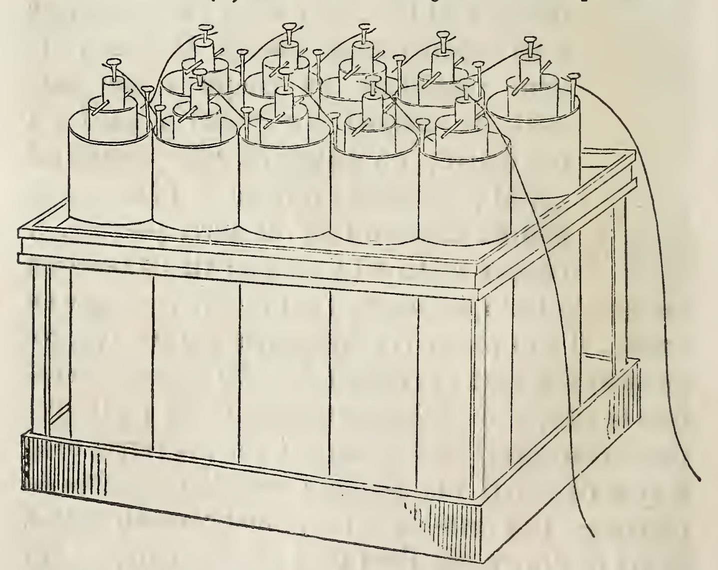
On donne à cet appareil le nom de batterie à effet constant, parce qu'il conserve une action généralement égale pendant un temps plus ou moins long. Il a été construit de différentes manières et modifié suivant le goût des individus et l'usage auquel il était destiné; mais, quelle que soit la forme qu'on lui donne, c'est toujours la batterie à effet constant inventée par le professeur Daniell qui mérite tout l'honneur dû à la découverte d'un appareil aussi efficace. Le dessin ci-joint représente un couple d'une batterie de Daniell. Le métal négatif est en cuivre; un bâton de zinc amalgamé (§ 41) est placé, comme le démontre la figure, dans un tube de terre poreuse. A chaque métal est fixée une vis de pression destinée à établir le contact. Pour mettre ce couple en action, il faut placer ces différentes parties conformément à la figure, remplir le tube poreux contenant le zinc, d'un mélange composé d'une partie d'acide sulfurique et de dix parties d'eau, et verser dans le vase de cuivre une solution saturée de sulfate de cuivre. — Une solution *saturée* doit contenir autant de sel de cuivre que l'eau peut en dissoudre. — On la prépare rapidement en versant de l'eau bouillante sur une masse de cristaux de sulfate que l'on a soin d'agiter; un dixième d'acide sera ajouté à cette solution (1). Le support à jours dessiné dans la figure est

(1) Pour les expériences ordinaires, il vaut mieux suppri-

destiné à recevoir un supplément de cristaux pour rétablir les forces épuisées de la batterie (§ 46). On place ainsi les cristaux à la partie supérieure du liquide, parce que c'est en ce point que l'épuisement a d'abord lieu; les parties les plus saturées de la solution se portent au fond du vase, en vertu de la gravité spécifique.

Note sur les batteries voltaïques.

. . . . . (1) Nous avons déjà décrit la puissance



des batteries pour décomposer les solutions (§ 11);

mer l'acide; les commençants doivent surtout en éviter l'emploi, de peur d'agir avec trop d'énergie. (*Note du Trad.*)

(1) J'ai retranché de ce paragraphe plusieurs détails qui m'ont paru inutiles aux amateurs, et que l'on peut d'ailleurs trouver dans tous les traités de physique. (*Note du Trad.*)

de l'application raisonnée de cette puissance dépend le succès des expériences électrotypiques. . . . . Quand un certain nombre de couples est disposé en série comme le représente la figure 2, chaque couple agit avec une puissance égale. Si une pile consomme une once de zinc, la même quantité sera dissoute dans chacune des autres; de même que dans chacune un poids de cuivre équivalent à l'once de zinc sera déposé sur la surface à reproduire. . . . .

II. Préparation des moules.

20. Il est rationnel de penser que l'amateur fera ses premiers essais sur les plus petits objets d'art, et, comme la connaissance des procédés opératoires propres à les reproduire, jointe à quelque peu d'expérience pratique, conduira par un chemin facile à l'exécution de travaux plus considérables, j'insisterai principalement sur la manière de copier des médailles, des médaillons, des empreintes, etc.

21. Plusieurs matériaux sont propres à former des moules. On emploie principalement le *métal fusible*, la *cire*, la *stéarine* et une composition dont le *blanc de baleine* forme la base. La première substance est applicable à toutes les médailles de dimensions ordinaires; avec les autres, on reproduit les médaillons de plâtre et les grandes médailles.

22. Métal fusible. Cet alliage est composé de bismuth, d'étain et de plomb; il fond à une basse température (quelques degrés au-dessous de celle de l'eau bouillante).

23. Voici les doses des différentes substances qui entrent dans la composition d'une livre de cet alliage :

	onces.
Bismuth.	8
Étain.	3
Plomb.	5
	16 (1 livre).

On les fait fondre ensemble dans une cuiller de fer *bien propre*, en ayant soin de ne les laisser sur le feu que le temps nécessaire pour déterminer leur fusion complète, et l'on verse le métal goutte à goutte sur un morceau de pierre ou de marbre; il est alors soumis à une seconde fusion. Après qu'on a *exactement nettoyé* la cuiller avec du gros papier et versé de nouveau le métal goutte à goutte sur la pierre, on est sûr d'avoir un alliage parfait, surtout en répétant une troisième fois cette opération. Si l'on veut que le métal remplisse bien le but qu'on se propose, il faut nettoyer fréquemment la cuiller et toujours la retirer du feu *aussitôt* que la fusion est complète. Au moyen de ces précautions, la surface du moule sera brillante et l'alliage ne s'oxydera pas.

24. *Manière de faire un moule de métal fusible.* Faites fondre le métal dans la cuiller et versez-le sur le marbre; puis, de deux ou trois pouces de hauteur, laissez tomber sur l'alliage la médaille que vous voulez copier et qui doit être *très-froide*. En quelques secondes le métal est

solidifié, et on le laisse refroidir ; alors, au moyen de quelques chocs légers, on enlève la médaille : le moule sera d'une *excessive finesse* si l'opération a été conduite avec soin. Néanmoins les commençants ne devront pas se décourager, dans le cas où ils n'obtiendraient pas de bons moules du premier coup ; car il peut arriver tant de petits accidents, que l'opérateur le plus habile se verra quelquefois obligé de recommencer l'opération. Un faible mouvement de la main peut faire tomber la médaille de travers et elle s'enfonce trop d'un côté ; une légère couche d'oxyde existe parfois à la surface du métal fondu et ternit une partie des moules. Ces derniers devront être rejetés ; car la reproduction électrotypique est si fidèle, que les parties ternies seraient reproduites sur toutes les copies. S'il arrivait même que l'on maniât avec peu de soin la médaille originale, l'impression légère du doigt serait transmise au moule et conséquemment à l'épreuve électrotypique.

25. Le métal fusible ne se dispose pas toujours en une masse arrondie propre à recevoir la médaille. Il s'écoulera si le marbre n'est pas parfaitement de niveau. Mais on peut empêcher cet accident en creusant dans le marbre une petite cavité en forme de soucoupe, ou en faisant usage d'un pot de terre convenable (1). Les empreintes prises sur des médailles chaudes sont bien moins fines que dans le cas où l'original est froid (2).

(1) On peut verser le métal en fusion dans la cavité pratiquée sur la face inférieure d'une soucoupe. (*Note du Trad.*)

(2) On obtient les moules les plus fins en versant sur une

26. Lorsque le moule est terminé, on en vernit le revers et les bords ainsi que la partie qui existe autour de l'empreinte. Le meilleur vernis est composé de cire à cacheter fine dissoute dans de l'esprit-de-vin.

27. Le moule est actuellement prêt et doit être fixé à un fil de cuivre. On nettoie exactement l'extrémité de ce fil, que l'on place en travers dans la flamme d'une chandelle de manière à faire saillir le bout nettoyé hors de la flamme ; si on le touche alors avec un peu de résine et qu'on l'appuie sur le bord du moule, ce dernier fondra instantanément, sera refroidi et solidement fixé au bout de quelques secondes. Quand on ne veut pas employer immédiatement les empreintes, on doit les tenir enveloppées dans du papier.

28. MOULES EN CIRE. L'emploi de cette substance est très-facile. On fait usage de cire blanche ordinaire ou de bouts de bougies. Il faut les faire fondre dans un pot de terre que l'on maintient quelques instants près du feu lorsque la fusion est complète. La médaille à reproduire doit être chauffée le plus possible (on cherche par ce moyen à éviter que la cire ne se fige subitement pendant qu'on la verse).

feuille de papier brun le métal fusible, que l'on agite avec deux cartes jusqu'au moment où il commence à se cristalliser. Il faut tenir la médaille à la main et la presser fortement sur le métal jusqu'à ce qu'il se solidifie, ce qui arrivera instantanément si l'opération est bien faite. C'est à ces moules que l'on donne en France le nom de *clichés*. (Voir, pour la composition du métal à clicher et la manière de l'employer, part. 2, § 102, 104.)

On entoure alors la médaille d'un rebord formé avec un ruban ou un morceau de carton dont on peut fixer les extrémités au moyen d'une petite pince de bois (1). On enduit alors la surface de la médaille d'une légère couche d'huile d'olives et on verse la cire fondue, qu'il faut laisser refroidir pendant cinq ou six heures avant de chercher à la détacher. Il est quelquefois difficile de séparer les empreintes en cire des médailles dont le travail est compliqué.

29. MOULES EN STÉARINE, ETC. Quelques difficultés que j'ai rencontrées en employant la cire m'ont fait parfois préférer la stéarine, dont l'usage me paraît généralement plus commode surtout pour copier des pièces métalliques; mais de nouvelles expériences m'ont appris que l'on obtenait une substance préférable en faisant un mélange de huit onces de blanc de baleine, d'une once trois quarts de cire et d'une quantité égale de graisse de mouton. Au moment où j'envoie cette dixième édition à l'imprimeur, le révérend F. Lockey m'écrit qu'après les moules clichés rien ne lui paraît préférable à un mélange de cire, de stéarine et de plombagine. D'après ce renseignement, j'ai ajouté avec avantage la plombagine à quelques-unes de mes compositions.

30. L'exactitude avec laquelle ces substances reproduisent les modèles de plâtre leur donne une grande valeur aux yeux de l'électrotypiste, qui puise

(1) Il est bien plus simple d'enrouler un fil autour du carton. (*Note du Trad.*)

dans ses connaissances scientifiques les moyens de former une collection d'objets d'art ; car il peut ainsi transformer en cuivre de fragiles et éphémères modèles de plâtre, en leur conservant toute leur beauté et toute leur perfection. Ceux qui n'ont jeté qu'un regard superficiel sur les trésors confiés à cette matière délicate et fragile comprendront qu'ils sont assez abondants pour satisfaire tous les goûts ; moyennant une dépense de quelques sous, on peut obtenir de très-belles épreuves chez tous les mouleurs : mais il est important de les choisir sans défauts.

31. PROCÉDÉ POUR COPIER DES MODÈLES DE PLATRE. Versez de l'eau bouillante dans une assiette, placez-y le modèle de manière que la face soit tournée vers la partie supérieure et que l'eau ne puisse l'atteindre. Au bout de quelques minutes, le plâtre sera complétement imprégné d'eau (1). Alors, sans perdre de temps, entourez la médaille d'un ruban ou d'un morceau de carton (§ 28) et versez-y *immédiatement* la composition fondue. Laissez-la reposer deux ou trois heures lorsqu'elle sera solidifiée, le moule se détachera ordinairement du plâtre sans difficulté (2).

32. PROCÉDÉ POUR RENDRE CONDUCTEURS LA CIRE OU LES COMPOSITIONS. Ceux qui ont acquis les notions les plus élémentaires sur l'électricité

(1) On copie mieux les petits médaillons délicats légèrement teintés, en humectant leur surface d'huile d'olive avant de verser la cire.

(2) Voy. § 79 pour la manière de détacher un plâtre adhérent.

savent que la cire n'est pas un corps conducteur et ne peut servir à transmettre le courant voltaïque. On a proposé divers moyens de lui communiquer cette propriété. Il en est un qui offre le triple avantage d'être simple, certain et économique; c'est le seul que je décrirai. Il consiste à recouvrir la surface avec de la plombagine, dont l'emploi a été recommandé par M. Murray; le professeur Jacobi en a également fait usage, et décrit la manière de l'appliquer dans sa *Galvanoplastique.*

33. Cette substance est connue dans le commerce sous les noms divers de plombagine, graphite, mine de plomb. La dernière dénomination pourrait faire croire que le plomb joue un rôle important dans cette substance. Il n'en est rien; elle ne contient pas du tout de plomb et se compose de fer et de carbone (1), qui en forme la plus grande partie. J'ai déjà signalé ce dernier corps (§ 5) comme un très-bon conducteur. On emploie fréquemment dans les arts l'espèce la plus fine pour faire des crayons à dessiner, la plus grossière sert à brillanter les pièces de fer. La différence de qualité ne paraît pas tenir exclusivement à la quantité de carbone. Les carbures communs dont on se sert pour nettoyer les cheminées sont de fort bons conducteurs et pourront servir aussi bien que les plus fins, s'ils ont un certain degré de pureté. Malheureusement ils sont presque toujours altérés par le plâtre et le charbon de bois. Il est douteux qu'on puisse se procurer chez

(1) Son nom technique est *carbure de fer.*

les marchands de la plombagine assez pure pour les expériences électrotypiques; toutefois, des demandes fréquentes ont déterminé les fabricants d'appareils électrotypiques à préparer de la plombagine propre à être appliquée sur des moules de cire.

34. Il faut qu'elle soit bien sèche. Après avoir légèrement dirigé son haleine sur le moule (1), on trempe dans la plombagine un pinceau très-souple avec lequel on frotte rapidement la surface; et on continue ces deux opérations jusqu'à ce qu'elle présente le brillant de la mine de plomb. Il faut avoir soin de frotter également toutes les parties. On se sert avec avantage d'un gros pinceau de poils de chameau. Exécutée avec soin, cette opération n'altère en rien la finesse du moule. Quand il est bien couvert de carbure, si quelques-unes de ses parties paraissent blanchâtres lorsqu'on l'expose de nouveau à la vapeur de l'haleine il faut recommencer les frictions. En pressant contre le dos du moule un fil métallique propre et légèrement chauffé, il s'y fixera solidement. Il faut alors frotter ce conducteur et la cire qui l'environne avec le pinceau à plombagine, pour établir entre eux un contact parfait. On doit enlever avec un couteau la plombagine accumulée sur les bords du moule qui sera prêt à être employé, s'il est petit; mais auquel il faudra ajouter les *guides métalliques* décrits dans le § 61, s'il a de grandes dimensions. On revêt de la même manière les

(1) Cette précaution est inutile; elle peut même être nuisible, en déterminant en certains points des amas de plombagine. (*Note du Trad.*)

empreintes de cire à cacheter; mais pour déterminer l'adhérence de la plombagine il est nécessaire d'humecter légèrement l'empreinte avec de l'esprit-de-vin, ou de l'exposer à la vapeur de l'éther (1).

35. *Moules de plâtre.* On fait encore des moules de plâtre fin qui seront imprégnés de cire ou de suif (dans un vase creux contenant ces substances en fusion) et revêtus de plombagine (§ 34) lorsqu'ils seront refroidis. Le plâtre doit être fin, récemment préparé, et, si l'on veut le conserver quelque temps, il faut le renfermer à l'abri de l'air dans un vase ou dans tout autre récipient. Le mélange se fait en versant d'abord de l'eau dans un bassin à bec, on y jette ensuite le plâtre peu à peu et l'on fait écouler l'eau qui surnage : il reste assez de liquide dans le plâtre pour effectuer le mélange. Lorsqu'il est complet, étendez, au moyen d'un pinceau de poils de chameau, une petite quantité de plâtre liquide sur toutes les parties de la médaille, pour chasser les bulles d'air, et versez enfin assez de plâtre pour donner au moule une épaisseur convenable. Si vous avez eu la précaution d'huiler légèrement le modèle, vous éprouverez peu de difficulté à détacher le moule lorsqu'il sera sec. Avec du soin,

(1) On donne de la solidité aux empreintes de cire à cacheter, en les doublant avec du plomb. Ordinairement on frotte le revers avec de la résine sur laquelle on fait fondre un peu de soudure, et enfin on y verse du plomb fondu. Mais, comme on éprouve de la difficulté à étendre la soudure, on substitue la stéarine à la résine, après avoir d'abord chauffé l'empreinte. Je dois ce procédé, simple mais efficace, au révérend F. Lockey.

les moules de métal fusible (§ 60, 65) fourniront autant de copies qu'on pourra le désirer. Les moules de cire ou de composition sont presque toujours altérés plus ou moins lorsqu'on les sépare du cuivre. Je dois ajouter que l'on a récemment proposé de faire des médailles solides empreintes sur les deux faces, en faisant déposer le cuivre entre deux moules, placés vis-à-vis l'un de l'autre, jusqu'à ce que l'intervalle soit comblé. Je recommande aux personnes qui voudraient tenter cette expérience, d'adopter une modification du procédé indiqué par le professeur Jacobi, qui facilitera beaucoup l'exécution. Au lieu de placer le moule *verticalement* dans la solution (§ 48), il faut le disposer horizontalement (§ 65); puis, lorsqu'il est recouvert d'une couche de métal assez épaisse, éparpiller entre les deux surfaces, de la limaille de cuivre, et laisser marcher l'opération. Le métal qui se déposera ensuite, se confondra avec la limaille de manière à former une seule masse solide; je recommande l'emploi de la limaille dans tous les cas où l'on voudra épaissir rapidement les épreuves.

III. Appareil voltaïque.

36. Préparés comme nous l'avons dit, les moules sont propres à remplacer la plaque négative de cuivre dans le vase générateur (1) d'un couple voltaïque simple à effet constant (§ 17), ou la plaque néga-

(1) Nous désignons par cette expression, le vase qui contient le couple de zinc et de cuivre, ou d'autre métal, § 3.

tive d'une cuve à décomposition (1). Dans tous les cas, ils occupent le point où se porte l'hydrogène lorsque le liquide est de l'eau acidulée (§ 4, 11) ; et celui où le cuivre est mis à nu, si l'eau acidulée contient du sulfate de cuivre (§ 12, 13, 17).

37. Le lecteur trouvera le moyen le plus simple de produire une médaille électrotypique, en se reportant à la description que nous avons donnée (§ 3) d'un couple voltaïque simple. Au lieu d'employer la plaque de cuivre, il faut fixer (§ 27) un moule de métal fusible à l'extrémité du fil métallique (§ 26), et plier ce dernier en forme de fer à cheval, de manière que le moule soit en face du zinc ; enveloppez alors le zinc d'un morceau de papier brun (2), dans lequel vous verserez de l'eau salée ou légèrement acidulée avec l'acide sulfurique, et plongez le tout dans un vase contenant une solution saturée (§ 19) de sulfate de cuivre.

38. Cet appareil constitue un couple de la batterie à effet constant (§ 47) ; quoiqu'il ne soit pas construit d'après les meilleurs principes, il suffira pour une expérience d'essai, le cuivre de la solution se portera sur le moule (§ 17) et le revêtira d'une couche brillante de cuivre pur, après cinq minutes d'immersion. Avec un appareil convenablement disposé (§ 50) la couche sera assez épaisse au

(1) C'est ainsi qu'on nomme le second vase dans lequel plongent les conducteurs métalliques, § 11, 12, 13.

(2) Ce papier est fabriqué avec de vieux cordages goudronnés ; les emballeurs se servent depuis quelque temps en France d'un papier brun à peu près semblable.
(*Note du Trad.*)

bout de trente heures ou moins, pour qu'on puisse détacher l'épreuve qui reproduira exactement la médaille originale.

39. Toutefois, pour compléter ce couple à effet constant, il faut amalgamer le zinc (§ 19) et substituer au papier un diaphragme plus convenable (§ 44).

40. Outre son action *électrique* sur le zinc ordinaire, l'acide a encore une action chimique; que la première s'exerce ou non, la dernière ne cessera pas tant qu'il y aura du zinc pour en subir les effets ou de l'acide pour les produire. Ce phénomène dépend de la quantité de matières étrangères que contient le zinc du commerce. Ces matières, presque toutes métalliques, constituent, avec les particules de zinc, un grand nombre de couples voltaïques qui agissent indépendamment de la plaque négative (§ 3, 17), en épuisant le zinc et l'acide. Le zinc pur ne produit pas le même effet (1); on trouvera dans cet ouvrage la description d'un appareil construit avec ce dernier métal (§ 78).

41. Voici la manière d'effectuer l'amalgame. Versez dans une soucoupe, du mercure, de l'eau et de l'acide sulfurique; avec une brosse, étendez le liquide et le mercure sur le zinc jusqu'à ce que toute sa surface soit recouverte d'une couche brillante de mercure (2).

(1) On le trouve tout préparé pour l'électrotypie, chez les constructeurs d'instruments.

(2) C'est à M. Kemp que nous devons l'heureuse idée d'amalgamer le zinc. (*Note du Trad.*)

42. Avant de décrire les diaphragmes, je dois indiquer le procédé que je suis pour fondre le zinc. On fait ramollir dans l'eau un morceau de grès ordinaire dans lequel on creuse ensuite une cavité aussi large que possible et d'environ un demi-pouce de profondeur. On fait fondre des fragments de zinc dans une cuiller de fer placée sur un bon feu, et après avoir fixé dans le moule le bout recourbé d'un fil de cuivre on y verse le zinc fondu.

43. DIAPHRAGMES. Le papier a de grands inconvénients lorsqu'on veut prolonger les expériences, rarement et peut-être jamais il n'empêche le mélange partiel des liquides qu'il doit séparer ; son usage entraîne toujours une grande perte de sulfate de cuivre, parce que le métal qu'il contient est abondamment révivifié et déposé dans les plis du papier.

On peut en dire à peu près autant des membranes animales (§ 17). Ces deux substances sont utiles pour des expériences de peu de durée, mais, si l'on veut les prolonger, toutes deux présentent des inconvénients. Il faut une matière plus solide et plus durable. On a donc construit en grès et en terre de pipe, des tubes poreux qui forment d'excellents diaphragmes.

44. Les personnes qui veulent faire une collection de médailles construiront facilement leurs diaphragmes avec du plâtre. — Creusez dans un morceau de craie une rainure ovale large d'un quart de pouce, ayant deux pouces suivant le petit diamètre et trois pouces suivant le grand ; versez-y du plomb fondu, de manière à former un *collier* ovale :

quand le métal sera froid, vous le détacherez du moule. Il faut alors introduire une feuille de cuivre roulée dans son ouverture et entourer le collier d'une autre feuille métallique (1). Cette dernière dépassera la précédente d'un demi-pouce. Découpez un fond de cuivre ovale qui doit s'adapter dans le tube intérieur; fixez l'appareil solidement et placez-le sur une table, le plomb à la partie inférieure. Préparez du plâtre (§ 35) et versez-le dans le moule; il remplira l'espace compris entre les tubes de cuivre et recouvrira le fond du tube interne. Laissez sécher le plâtre, déroulez la feuille extérieure, puis enlevez le collier et le petit fond de cuivre auquel vous aurez eu soin de fixer un lien pour pouvoir l'entraîner; comprimez légèrement le tube interne et détachez-le avec précaution (2). On emploie à cet usage le plâtre ordinaire, mais il faut, autant que possible, qu'il soit *nouvellement préparé;* la qualité et la durée du diaphragme dépendent surtout de cette condition.

45. Ces moules durent fort long-temps et sont précieux pour les personnes qui habitent des localités où l'on ne peut trouver d'autres vases poreux. Ils sont aussi bons que les autres diaphragmes, meil-

(1) Ces feuilles roulées forment ainsi deux tubes séparés par un intervalle égal à l'épaisseur du collier, ou à un quart de pouce. (*Note du Trad.*)

(2) On comprend sans doute que l'on obtiendra ainsi un vase de plâtre ovale, dont les parois auront un quart de pouce d'épaisseur. J'engage les lecteurs à employer du gros plâtre de mouleur et non du plâtre à bâtir. (*Note du Trad.*)

leurs que plusieurs d'entre eux et, de tous, les plus économiques (1).

46. Si l'on emploie du zinc amalgamé et les diaphragmes précédents pour l'expérience préliminaire (§ 37), on aura formé une batterie complète à effet constant. L'addition d'un petit sac contenant des cristaux de sulfate de cuivre, suspendu à la partie supérieure de la solution et destiné à réparer les pertes que lui fait éprouver la révivification du cuivre, permettra de maintenir l'appareil en action pendant plusieurs jours et même plusieurs semaines. On peut reproduire trois ou quatre médailles par semaine, si l'on a soin de retirer le moule de la solution aussitôt que le dépôt de cuivre est assez épais, pour en immerger un nouveau. Il faut aussi renouveler de temps en temps l'eau acidulée qui entoure le zinc.

APPAREIL COMPOSÉ D'UN SEUL COUPLE. La figure ci-jointe représente un appareil à un seul couple, construit d'après les principes que nous avons exposés. Z est un bâton de zinc amalgamé, *m* le moule, *w* le fil métallique qui les réunit, C la solution de cuivre (§ 37), *p* le diaphragme de terre poreuse contenant l'eau acidulée (§ 48). Quand on veut mettre en jeu cet appareil, on remplit le diaphragme d'eau acidulée et on le place de la manière indiquée par la figure. Le fil métallique,

(1) Voir aux notes.

communiquant avec le zinc par une de ses extrémités et, par l'autre, adhérant au moule, est immergé en dernier (§ 60).

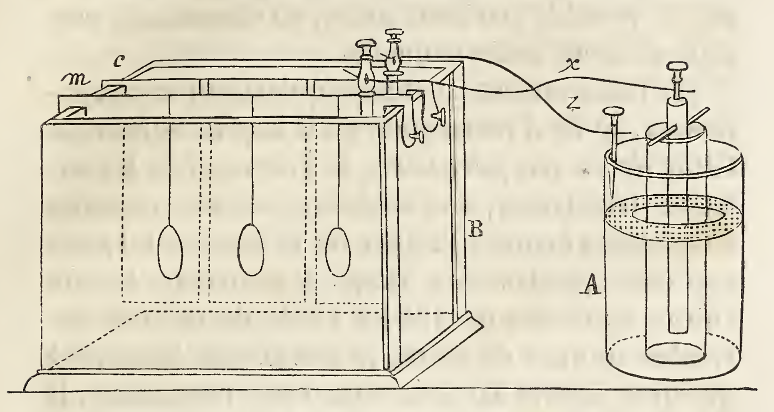
47. L'emploi de cet appareil exige les précautions suivantes. — La solution doit toujours être maintenue dans un état de saturation au moyen des cristaux placés sur la tablette perforée. Le moule ne sera pas trop petit proportionnellement au zinc. Il ne faut pas permettre à la partie concentrée de la solution de séjourner au fond du vase. En négligeant le premier précepte, on obtiendrait une épreuve d'inégale épaisseur ; si le liquide était plus concentré au fond du vase, le métal déposé formerait une masse compacte et fragile, ou se précipiterait en poudre brune, violette ou noire. Nous reviendrons plus loin sur la nature de ces produits (§ 62, etc.) ainsi que sur les proportions relatives du zinc, etc. (§ 81).

48. Une modification importante a été imaginée en Russie par le professeur Jacobi (1), et en Angleterre par M. Mason (2) membre de la Société électrique. Elle consiste dans l'emploi simultané d'une cuve à décomposition analogue à celle dont il est question (§ 11), et d'une pile à effet constant (cuivre et zinc, § 17). Une plaque de cuivre est fixée au fil métallique qui part du cuivre, celui qui vient du zinc est attaché au moule. La plaque de cuivre et le moule sont placés vis-à-vis l'un de l'autre dans la cuve à décomposition qui contient un mélange d'une partie

(1) *Galvanoplastique* de Jacobi.
(2) *Proceedings of the electrical society*, april 1840, p. 203.

d'acide sulfurique (1), de deux parties de solution saturée de sulfate de cuivre et de six ou huit parties d'eau.

APPAREIL A BATTERIE. La figure suivante fera



mieux comprendre cette disposition. A est un couple de Daniell, décrit dans les paragraphes 19, 56 ; B la cuve à décomposition contenant la solution acide de sulfate de cuivre ; *c* lame de cuivre destinée à fournir le métal ; *m* moules à reproduire. Pour charger cet appareil, versez-y d'abord les différentes solutions, suspendez un morceau de cuivre sur la règle de cuivre *c*, que vous unirez au cuivre de l'appareil générateur au moyen du fil *z* ; établissez également une communication entre la règle *m* et le zinc, au moyen du fil *x* : alors, et *pas avant* (§ 60), suspendez les moules sur la règle *m*.

49. En vertu d'une action que nous avons déjà expliquée (§ 13), le cuivre de la solution se porte

(1) Voir la note, pag. 9.

sur le moule, la plaque de cuivre est transformée progressivement en sulfate de cuivre par l'action de l'acide sulfurique, et maintient ainsi la solution au même degré. L'expérience est un peu plus longue par ce procédé; en deux jours, on obtient une médaille de métal solide et ductile.

50. Relativement au temps qu'exigent ces expériences, je ferai remarquer qu'il dépend surtout de l'*état de la température*. Si l'on emploie les solutions bouillantes, une médaille peut être terminée en quelques heures; l'action de la batterie est presque nulle pendant les temps très-froids. Durant l'hiver rigoureux de 1840 à 1841, du mois de novembre au mois de mars, je plaçai mes batteries à quelques mètres du feu; sans cette précaution, je n'aurais pu réussir dans mes expériences.

51. L'emploi de la cuve à décomposition permet de reproduire deux ou plusieurs médailles sans qu'il y ait une plus grande dépense de matières dans les batteries; si, par exemple, on emploie, en guise de cuves à décomposition, deux pots à confitures juxtaposés, et qu'on place dans l'un la plaque de cuivre (§ 48) et le moule dans l'autre (§ 48), en réunissant les deux cuves au moyen d'un *fil de cuivre* plié plongeant par ses extrémités dans les deux liquides, le courant voltaïque pourra suivre son cours sans interruption. Dans une des cuves, la plaque de cuivre sera dissoute comme précédemment (§ 49) et le métal s'accumulera sur une extrémité du fil métallique; dans l'autre cuve, l'extrémité de ce même fil sera dissoute et le cuivre se portera sur le

moule. Si à l'une des extrémités du fil plié on attache un moule destiné à recevoir le cuivre révivifié dans la première cuve, et qu'à l'autre extrémité on attache une plaque de cuivre (1) pour remplacer ce métal mis à nu dans la seconde cuve, on obtiendra deux médailles au moyen d'une seule batterie.

52. Ce procédé permet de copier plus de deux médailles en augmentant le nombre de cuves ; l'expérience m'a démontré que six était le nombre le plus convenable. Il faut faire communiquer les cuves entre elles au moyen de fils métalliques pliés portant à l'une de leurs extrémités une pièce de cuivre, et à l'autre un moule. Suivant le nombre de cuves, la *force* de la solution (§ 48) doit être diminuée par l'addition d'une certaine quantité d'eau et sa *conductibilité* augmentée en y ajoutant de l'acide. On cherchera à placer les moules et les plaques de cuivre le plus près possible, sans toutefois qu'ils soient en contact. De cette manière, une batterie d'un seul couple, zinc et cuivre (§ 56), produira six médailles en trois jours si la température n'est pas trop basse.

53. Les personnes qui ont les auges de terre de la batterie de Wollaston trouveront les cellules fort commodes pour cet usage, en raison de leur forme. Ordinairement elles sont divisées en douze compar-

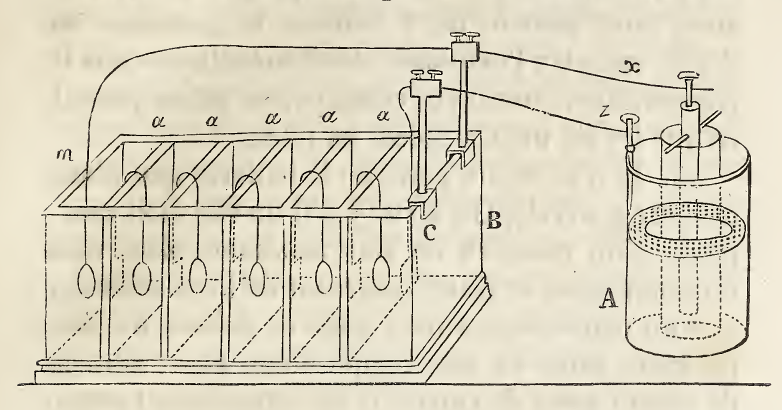
(1) Il n'est pas nécessaire de souder cette plaque, il suffit d'y percer un trou dans lequel on introduit le fil que l'on tord ensuite. Il est bon de vernir le fil métallique (§ 26) pour le protéger. On peut mettre les conducteurs en contact au moyen de la torsion, de petites pinces de bois ou de vis de pression.

timents ; et j'ai coutume d'en mettre six en communication avec une batterie et six avec une autre, de manière que je produis, avec une seule auge, deux douzaines de médailles électrotypiques par semaine. La forme des compartiments permet de placer en regard et à une petite distance les moules et les plaques de cuivre, ce qui, joint à d'autres précautions, rend le dépôt égal et facilite l'opération en diminuant la masse du liquide que le courant doit traverser. Le métal est d'une excellente qualité. On peut faire des auges de différentes dimensions en bois verni et les diviser en six compartiments, au moyen de cloisons de verre ou de porcelaine.

54. L'avantage de ce procédé, sous le rapport économique, ne saurait être mis en doute si l'on se rappelle que, pour une *once* de cuivre mis à nu dans la solution que contient la batterie, il s'en dépose une *once* sur *chaque* moule (page 10) et qu'environ une *once* de zinc sera consommée pour produire cet effet. Ainsi donc, que l'on réunisse en série (§ 48) six (§ 52-53) ou même vingt moules, la *même quantité de zinc* sera employée. En conséquence, on peut avec une once de zinc produire assez d'électricité pour faire à volonté une, six ou un plus grand nombre de médailles pesant *chacune* une once.

BATTERIE AUGMENTÉE. La figure représente une batterie de Daniell mise en communication avec une série de six cuves contenant chacune un moule. A batterie, B auge, Z fil de communication entre la plaque de cuivre C et l'élément négatif (§ 4) de la

batterie, *X* conducteur qui réunit le moule *m* avec



le zinc de l'appareil ; *a*,*a*,*a*,*a*,*a* cinq fils métalliques pliés, portant chacun un moule à une extrémité et un morceau de cuivre à l'autre (§ 52). Il est nécessaire d'employer un petit artifice en chargeant cet appareil, si l'on veut conserver une face brillante (§ 60) aux médailles qui vont se former. — Chargez l'appareil comme nous l'avons déjà dit (§ 19, 46) ; réunissez la plaque de cuivre C à la batterie, plongez les extrémités d'un fil métallique dans les deux compartiments extrêmes de l'auge. Établissant alors la communication entre le zinc et le moule *m* au moyen du fil *x*, mettez le zinc dans le diaphragme et le moule dans son compartiment *m* : deux minutes après, ce moule sera recouvert de cuivre ; dès lors vous n'aurez plus à craindre l'action chimique (§ 60). Retirez actuellement l'extrémité du fil qui plongeait dans le compartiment *m* pour le plonger dans le compartiment qui suit ; fermez le courant au moyen du conducteur plié *a* portant à

ses extrémités un moule et une plaque de cuivre: après avoir attendu deux minutes la formation du dépôt, reportez l'extrémité du fil métallique dans le compartiment suivant et continuez de même jusqu'à ce que les six moules soient en place.

55. Je n'ai encore parlé de la batterie que d'une manière générale. On a vu (§ 46) qu'elle était composée d'un morceau de zinc amalgamé placé dans un diaphragme de plâtre contenant de l'eau acidulée, et d'un morceau de cuivre situé en dehors du diaphragme dans un vase rempli d'une forte solution de sulfate acide de cuivre. Il est actuellement nécessaire de donner une description plus détaillée. Quoique le maximum d'effet résulte de l'emploi de surfaces égales de zinc et de cuivre, cependant dans la pratique il n'est pas nécessaire d'observer rigoureusement ce principe. On fait généralement usage d'une surface de cuivre plus étendue que celle du zinc, parce que cette disposition est plus commode.

56. *Batteries de Daniell.* On a construit de petites batteries de Daniell (§ 19,46), très-commodes pour nos expériences. Elles sont composées d'un vase de cuivre qui contient la solution de sulfate et forme l'élément négatif, et d'un bâton de zinc placé dans un diaphragme poreux. Une petite tablette perforée, pour recevoir les cristaux supplémentaires, et des vis de pression destinées à établir les communications complètent l'appareil.

57. Je me suis appliqué à faire, au moyen de l'électrotypie, l'appareil même qui est destiné aux opérations, et je suis parvenu à faire une bat-

terie solide, bien disposée et fort simple, par les procédés à l'aide desquels une batterie construite de la sorte doit produire des épreuves. Je mets de la cire dans un grand pot à confitures, que je place auprès du feu jusqu'à ce qu'il soit bien chaud et que la cire entre en fusion; alors je l'agite en tout sens pour que la cire s'étende sur toute la surface intérieure, après quoi je fais écouler la matière surabondante. Quand le vase est refroidi, je frotte toute la surface de la cire avec de la plombagine (§ 34). Le vase est alors rempli d'une solution saturée de sulfate de cuivre dans laquelle on place le tube poreux contenant de l'eau acidulée et un morceau de zinc amalgamé. Il s'agit alors de plier le conducteur fixé au zinc, pour le mettre en contact avec la surface revêtue de plombagine. Deux ou trois heures après, cette dernière est entièremeut recouverte de cuivre. Ce vase forme la meilleure et la plus simple des batteries que l'on puisse construire : la plaque de cuivre (§ 3) du couple voltaïque est remplacée par le dépôt métallique; le diaphragme de plâtre (§ 44) et les solutions complètent l'appareil. On pourrait revêtir de plombagine toute la surface intérieure du vase : lorsqu'on s'en serait servi pendant une semaine ou deux, le dépôt de cuivre serait assez épais pour qu'on pût l'extraire; autrement on briserait le vase et l'on ferait ainsi, sans soudure, un récipient complet pour la batterie de Daniell (§ 46). Pour ajuster un fil métallique à ce vase, il suffit de nettoyer avec soin une extrémité de ce fil, et de le plier de manière qu'il se fixe exactement sur le bord du vase.

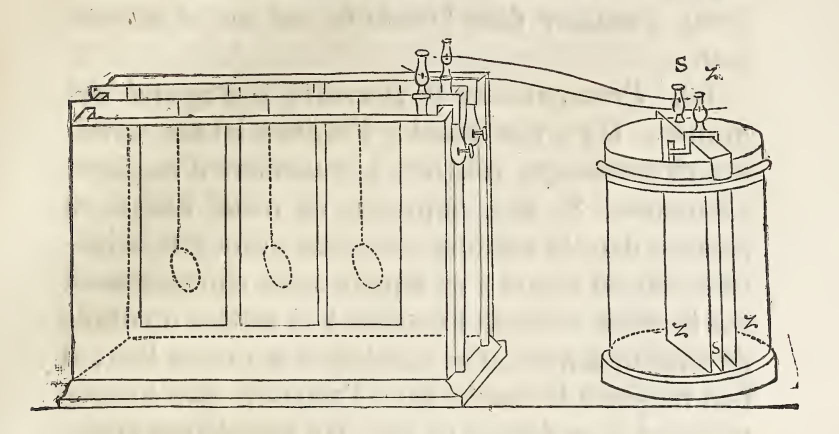
Ce moyen de construire le vase de cuivre facilite considérablement les applications de l'électrotypie. En opérant sur une grande échelle, on pourrait établir à peu de frais des appareils de toutes les dimensions; par exemple: un baquet pourrait être transformé en cuve galvanique, si l'on voulait reproduire un objet qui nécessitât l'emploi d'une grande quantité d'électricité (1).

58. On a construit de fort jolies cuves à décomposition, ayant un pied de profondeur et de longueur et larges de deux ou trois pouces. Au reste, les dimensions varient suivant les circonstances. Deux tringles de cuivre sont fixées parallèment à la partie supérieure, l'une des deux peut être mise en communication avec le zinc et l'autre avec le cuivre de la batterie; les moules (2) sont suspendus sur la première au moyen de petits crochets formés à l'extrémité des fils métalliques qu'on y a préalablement fixés (§ 27), la seconde supporte une plaque de cuivre. On peut rapprocher à volonté ces deux tiges métalliques. Cette disposition, fort commode, permet de faire plusieurs médailles en même temps, mais elle n'économise pas le zinc comme l'arrangement par séries (§ 54). Une once de zinc produit six ou un plus grand nombre de médailles qui, toutes ensemble, ne pèsent qu'une once au lieu d'avoir chacune ce même poids. — La figure représente une de ces cuves en communication avec une batterie de Smee, com-

(1) Voir § 76 une autre cuve très-utile.

(2) Ces auges se prêtent admirablement à la reproduction des grands modèles de plâtre.

posée d'argent *platinisé* et de zinc *amalgamé*.



Cette pile n'exige pas l'emploi d'un diaphragme et l'on ne se sert que d'eau acidulée pour la mettre en action. Dans ces derniers temps, on a fait un grand usage de cet instrument. D'après les principes que j'ai déja pósés, on comprendra facilement son mode d'action. La plaque d'argent SS communique avec la plaque de l'auge à décomposition; le zinc ZZ est en rapport avec les moules. Il faut éviter, comme le recommande M. Smee, de laisser tomber dans le vase quelques gouttes de la solution ou des cristaux de sulfate de cuivre, car le métal se porterait aussitôt sur la plaque *platinisée* et altérerait l'effet de la batterie (1).

59. J'en ai dit assez pour familiariser le lecteur avec l'emploi de ces appareils; son jugement le guidera dans le choix qu'il doit faire de l'un ou de l'autre. Mon but était de simplifier le procédé opératoire

(1) Voir aux notes.

pour rendre le chemin facile aux personnes qui voudront s'engager dans l'étude de cet art si intéressant.

60. *Précautions à prendre à l'égard des moules.* Il est convenable d'insister ici sur certaines circonstances relatives à la manière d'employer les moules. Si une empreinte en métal fusible est plongée dans la solution cuivreuse avant que la batterie soit en action, ce liquide agira chimiquement sur le métal et laissera déposer à sa surface un oxyde de couleur foncée. Cet accident n'aura pas lieu, si l'on ne place le moule dans l'appareil que lorsque tout sera bien déposé (§ 48). On complétera le circuit que doit parcourir le fluide, par l'immersion du moule en dernier lieu (§ 46, 48, 54). Quand on observe ces précautions, toute la surface du moule est instantanément recouverte de cuivre, lorsqu'il est plongé dans le liquide, et alors on n'a plus à craindre le dépôt d'oxyde. Il se manifeste dans cette expérience un phénomène bien singulier, c'est que la surface de l'empreinte de métal fusible, employée comme je l'ai recommandé, n'est jamais mouillée par le liquide dans lequel on la plonge, et, dans le fait, elle n'est jamais en contact avec ce dernier, car l'immersion et le dépôt de cuivre ont lieu simultanément, l'un est l'effet immédiat de l'autre. Lorsqu'on détache la copie, le moule est aussi brillant et aussi sec qu'au moment où il vient d'être terminé.

61. Le cuivre n'est pas déposé aussi rapidement sur les moules de cire revêtus de plombagine. La couche de substance conductrice qui les couvre est

tellement mince, qu'elle ne peut transmettre une quantité de fluide électrique assez grande pour déterminer le dépôt instantané au moment de l'immersion. Dans ce cas, le dépôt de cuivre se fait graduellement; il commence près du conducteur (§ 34) et s'étend peu à peu sur toutes les autres parties; les moules sont imprégnés de liquide et la surface des reproductions est toujours sale; en détachant les épreuves, le cuivre entraîne la plombagine en totalité ou en partie, et si les moules ne sont pas altérés, il faut les revêtir de nouveau avant d'en faire usage (§ 35). Je décrirai plus loin (§ 68) la manière de nettoyer facilement les épreuves dont la surface est sale. Au reste, cet accident est le moins à craindre de tous ceux qu'entraîne l'usage des moules recouverts de plombagine; il en est un bien plus grave et inévitable si l'on ne prend quelques précautions. Le dépôt de cuivre qui envahit *graduellement* toute la surface, *commence à s'effectuer* auprès du conducteur, la puissance de la batterie est donc concentrée d'abord dans un petit espace; il arrivera conséquemment que le premier dépôt de cuivre sera accompagné d'un dégagement d'hydrogène (§ 63) dont la quantité diminuera jusqu'à ce que le moule soit couvert d'une couche de cuivre assez étendue pour mettre à nu le *métal seul*. L'opération marche ensuite régulièrement, mais, auprès du conducteur, le premier dépôt est toujours de mauvaise nature et cassant. Pour éviter cet accident, je commence toujours par placer dans l'auge à décomposition, vis-à-vis de la médaille, un fil de cuivre au lieu d'une plaque. Ce fil diminue

la puissance de la batterie, ou la quantité du fluide galvanique; je le plonge plus profondément dans le liquide à mesure que le cuivre se dépose, et quand le moule est en partie recouvert je remplace le fil par la plaque de cuivre et je laisse marcher l'expérience dont la réussite est certaine.

Guides métalliques. Depuis la dernière édition de cet ouvrage, j'ai imaginé une disposition ingénieuse pour faciliter le dépôt sur la plombagine, à l'aide de fils déliés que je nomme *guides métalliques.* J'enroule sur le conducteur principal (§ 34) un ou plusieurs fils minces dont les extrémités portent sur différentes parties du moule et pénètrent surtout dans les cavités profondes; ces fils déterminent le dépôt rapide du cuivre sur toutes les parties; dès lors, les guides ne sont plus nécessaires. Quand un moule est garni de ces guides, on peut le mettre dans l'auge à décomposition sans être obligé d'employer un fil avant la plaque de cuivre. Il arrive parfois que des bulles d'air se logent dans les sinuosités des moules de cire ou de métal fusible, dont le travail est très-compliqué ; il faut les faire disparaître, ou l'épreuve sera mauvaise. On les enlève en passant une plume sur la surface du moule immédiatement après l'avoir plongé dans le liquide (1).

62. *Manière de régler la batterie.* L'électro-

(1) Il vaut mieux employer un pinceau doux. — Si quelque partie ne paraît pas suffisamment revêtue de plombagine, il faut retirer le moule du liquide, le laver dans l'eau et le frotter de nouveau avec la mine de plomb, après l'avoir séché dans un morceau de papier brouillard.

typiste s'exposerait à de nombreuses déceptions, s'il s'attendait à voir réussir toutes ses expériences; il peut échouer parfois, quoiqu'il ait pris les précautions les plus minutieuses. A-t-il observé tous les préceptes que nous venons d'exposer, sa batterie peut avoir *trop* ou *trop peu* de travail à effectuer. Dans le premier cas, elle produira la poudre brune (§ 47) ; dans le dernier, le dépôt sera rouge, cassant ou formé de cristaux agglomérés. Les expressions *trop* ou *trop peu*, sont employées ici dans un sens très-général ; on les comprendra mieux lorsqu'on connaîtra les *causes*, les *résultats* de ces inconvénients et la manière d'y obvier.

63. Quand la batterie ou la plaque de cuivre de l'auge à décomposition (§ 48) est trop grande, ou bien, quand le moule est trop petit (§ 61), il y a production simultanée d'hydrogène et de cuivre et le dépôt s'effectue sous forme de *poudre brune;* il en sera de même, si le liquide de l'auge à décomposition contient *trop* d'acide ou *trop peu* de sulfate de cuivre. Pour éviter cet accident, on diminue la batterie en faisant écouler une partie de la solution de manière à agir sur une moins grande surface; on peut encore mettre une plus petite plaque de cuivre dans l'auge à décomposition, ajouter au liquide des cristaux de sulfate de cuivre, ou placer la plaque métallique et le moule à une plus grande distance l'un de l'autre. Une seule de ces modifications ou toutes ensemble, peuvent être adoptées suivant le besoin; quelques jours d'expérience instruiront mieux que des pages entières de conseils.

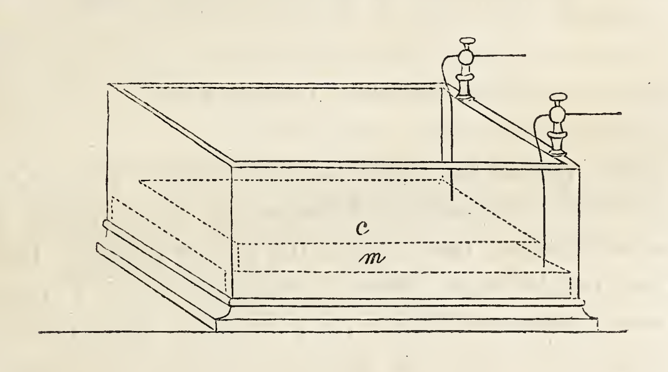
64. Quand la batterie est trop *petite* ou que la plaque de cuivre de l'auge à décomposition n'est pas assez grande, lorsque le moule est trop grand, que le liquide de l'auge contient *trop peu* d'acide ou *trop* de sulfate de cuivre, pendant les journées froides, le cuivre se dépose très-lentement; il est cassant, cristallisé et d'un rouge brun. Les modifications nécessaires pour remédier à ces inconvénients se présenteront d'elles-mêmes (1).

65. L'opérateur aura néanmoins de grandes chances d'éviter ces deux extrêmes, parce que l'intervalle qui les sépare est très-étendu; on conçoit qu'il est impossible de préciser les limites exactes dans lesquelles il faut se renfermer pour obtenir un dépôt satisfaisant. Le métal variera donc suivant les circonstances qui auront présidé à sa formation. Lorsque tout marche convenablement, si l'on retire le moule de la solution (2), sa surface présentera une couleur *cuivrée*, *vive* et *brillante*, on n'oubliera jamais ces caractères lorsqu'on les aura observés une seule fois. L'épaisseur du dépôt dépend de la position relative du moule et de la plaque de cuivre, s'ils ont été placés parallèlement vis-à-vis l'un de l'autre, l'épaisseur sera égale à peu de chose près : car, en général, le cuivre est toujours plus épais à la partie inférieure du moule qu'à la partie supérieure. Ce phénomène est dû à la gravité spécifique de l'acide qu'on emploie pour rendre le liquide con-

(1) Voir les notes.

(2) On peut impunément retirer le moule à tous les instants de l'opération.

ducteur ; il se porte en grande partie vers le fond du vase, et augmente en ce point la conductibilité du sulfate. Il faut quelquefois remuer la solution pour rétablir l'équilibre. Certains moules demandent à être placés au fond du vase et sous le cuivre, mais alors il faut les séparer par un morceau de mousseline ; parce que des corps étrangers pourraient tomber sur le moule et altérer l'empreinte (1). La figure ci-jointe fera comprendre cette disposition. Elle représente une auge plate en communication avec une batterie de Daniell ; *m* est le moule placé sous la plaque de cuivre *c*. Quand on opère sur un moule de



cire, on l'empêche de surnager, en fixant le conducteur à un morceau de bois attaché au bord de l'auge ; on peut encore chauffer un morceau de plomb et le faire adhérer au revers du moule. — Je crois maintenant avoir donné des renseignements applicables à tous les cas ou à presque tous ; le commençant le

(1) Voir les notes.

moins habile pourra se mettre à l'œuvre avec la certitude presque complète de réussir, s'il a bien compris ces instructions et les principes sur lesquels elles sont basées.

66. On sépare les épreuves des moules de métal fusible, en soulevant peu à peu les bords avec un outil pointu, tel qu'une alène (1), dont on se sert en guise de levier pour détacher les métaux ; mais le contact est si intime que l'on peut briser l'épreuve par l'effort nécessaire pour déterminer la séparation. On isole sans peine les moules de cire ; il suffit de les poser sur une table et de refouler le cuivre qui embrasse la circonférence du moule.

IV. Manière de bronzer.

67. Quand on a pris les précautions nécessaires (§ 60), les épreuves formées sur des moules de métal fusible, ont l'aspect du cuivre brillant, mais quelquefois leur surface ressemble à de l'argent bruni. Dans ce dernier cas, on peut, sans plus de préparation, les placer dans un médaillier. Cet aspect argenté ne se présente que sur la première épreuve ; il semble que la surface du moule récemment préparé, soit couverte d'une couche métallique qui s'attache solidement au dépôt cuivreux. L'adhérence est si intime qu'on peut polir l'épreuve avec de la

(1) Ou mieux avec une lame mince de couteau.
(*Note du Trad.*)

peau ou une brosse à argenterie, sans altérer cette couche. Lorsque ces épreuves sont exposées à l'action de l'air, on est obligé de les nettoyer fréquemment avec une brosse douce, pour leur rendre le brillant primitif.

68. *Bronze chimique.* On emploie dans les arts plusieurs procédés pour bronzer, tous destinés à faire ressortir le travail des objets. Pour varier l'aspect d'un cabinet, il vaut mieux ne pas s'en tenir à une seule préparation. On obtient un *bronze chimique* en faisant bouillir, jusqu'à ce que le liquide soit presque entièrement évaporé, deux onces de carbonate d'ammoniaque et une once d'acétate de cuivre dans un demi-litre de vinaigre. On ajoute alors une solution composée de soixante-deux grains d'hydrochlorate d'ammoniaque, de quinze grains d'acide oxalique et d'un demi-litre de vinaigre, puis on remet le mélange sur le feu jusqu'à ce qu'il entre en ébullition. On le filtre lorsqu'il est refroidi et on le conserve pour l'usage. Le résidu qui reste sur le filtre peut être employé de nouveau avec un demi-litre de la solution précédente. Il ne faut appliquer cette préparation qu'aux médailles parfaitement *propres* et *brillantes.*

69. Il est facile de nettoyer les épreuves sales (§ 61), en les frottant bien avec une brosse trempée dans un mélange de terre pourrie, de savon et d'eau, mais il faut éviter de les rayer. On les fait sécher après les avoir lavées dans l'eau, ensuite on les polit au moyen de la peau ou de la brosse douce. On peut encore nettoyer des médailles, en les faisant trem-

per pendant quelques secondes dans de l'acide nitrique pur ou étendu (1).

70. Pour appliquer le bronze, chauffez d'abord la médaille, puis trempez un pinceau de poils de chameau dans le liquide (§ 68) et humectez la surface pendant une *demi-minute. Immédiatement* après, versez de l'eau bouillante sur l'épreuve, qui séchera aussitôt. Il faut la frotter légèrement avec du coton doux à peine imbibé d'huile de lin et la sécher avec du coton sec. On obtient, par ce procédé, une couleur rouge dont les nuances sont variables. Il faut examiner fréquemment les médailles bronzées de la sorte, avant de les placer dans la collection, car s'il arrivait que le vinaigre n'eût pas été *complétement entraîné* au lavage, la pureté des épreuves serait altérée par la formation d'une poudre verte (acétate de cuivre) qu'il faudrait enlever avec le coton comme ci-dessus.

71. *Bronze à la mine de plomb.* On obtient facilement et en quelques minutes, une fort belle couleur de bronze par la simple application de la plombagine. La nature de la surface *originale* paraît exercer une grande influence sur la teinte; la mine de plomb prend mieux sur les copies de certaines médailles que sur d'autres. La plus belle nuance s'obtient en agissant sur l'épreuve immédiatement après qu'on l'a isolée du moule (§ 66). Bien qu'on puisse bronzer ainsi toutes les reproductions,

(1) J'engage les lecteurs à ne jamais employer ce dernier procédé. — Voir aux notes. (*Note du Trad.*)

il faut préférer les échantillons brillants obtenus sur le métal fusible. Un mélange de terre pourrie et de térébenthine nettoie parfaitement les empreintes prises sur des moules de cire.

72. On frotte la plombagine sur la médaille avec un pinceau et on la place sur un feu bien clair, jusqu'à ce qu'il soit impossible de la toucher avec les doigts; on la nettoie ensuite avec une brosse à argenterie, lorsque la température est assez basse pour ne pas brûler cette dernière; quelques coups de brosse suffiront pour produire un beau poli presque noir, mais qui ne ressemble nullement à celui de la mine de plomb. On produit une autre teinte brillante tirant sur le rouge ou sur le brun, si l'on opère de même sur une médaille polie ou terminée depuis plusieurs jours (§ 68); quelques personnes préfèrent cette riche nuance à celle qui tire sur le brun-foncé.

73. *Manière de bronzer avec le carbonate de fer.* La substance vulgairement connue sous le nom de poudre à plaqué ou de rouge d'Angleterre, colore admirablement les épreuves. Il faut l'employer absolument comme la plombagine, après y avoir ajouté une petite quantité d'eau. Ce n'est qu'avec de l'expérience et du soin qu'on parvient à l'appliquer sans tacher le métal au lieu de le bronzer. Je dois ajouter que, dans le cas où l'on ne serait pas satisfait du résultat d'un de ces procédés, on peut nettoyer la médaille (§ 68) et recommencer l'opération.

74. Une autre composition à bronzer. On prépare en

mêlant ce carbonate de fer avec de la mine de plomb et de l'eau ; on fait chauffer la médaille sur laquelle cette pâte est appliquée, et on la polit avec une brosse douce.

V. Observations complémentaires.

75 (1). Dans les pages précédentes, je me suis efforcé d'exposer brièvement et avec clarté, les lois qui régissent cet art curieux et plein d'attraits; j'ai voulu donner des instructions pratiques suffisantes pour que les individus les moins habiles opérassent avec succès. J'ai insisté sur la manière de copier des médailles et des médaillons de plâtre, en décrivant les différentes phases du procédé, telles que je les ai observées dans le cours de mes nombreuses expériences. Il y aurait encore bien des choses à dire, mais il faudrait reculer les limites dans lesquelles j'ai dû renfermer ce traité. J'en ai dit assez pour initier à cet art et pour que les personnes qui auront réussi à reproduire les petits objets dont je me suis occupé, puissent opérer sur une plus grande échelle. En se conformant aux principes précédents, on revêtira de cuivre des bustes, des statues ou des vases, aussi facilement que les petits moules de cire (§ 28). Tous les objets sur lesquels

(1) Le paragraphe 74 est entièrement consacré à la description de la manière dont l'auteur monte ses médailles. Comme ce procédé n'a rien de remarquable, et que d'ailleurs chacun dispose les épreuves à son goût, j'ai cru qu'il n'était pas nécessaire de traduire ce passage. (*Note du Trad.*)

on pourra appliquer la plombagine serviront de moules pour recevoir le métal. Il est possible que le meilleur moyen d'empêcher l'accès de l'air dans les vaisseaux contenant des substances que l'on veut conserver, soit de les recouvrir de cire et d'y faire déposer une couche de cuivre. Je citerais facilement cent autres cas dans lesquels cet art pourrait être appliqué aux besoins domestiques, mais je préfère laisser tout le mérite à ceux qui feront ces diverses applications. L'horticulteur y aura recours pour mettre à l'abri de l'intempérie des saisons les statues dont le choix judicieux fait ressortir les beautés d'un parterre. Ces statues sont souvent construites en plâtre par économie ; on peut donc les imprégner de cire (§ 35), les couvrir de plombagine (§ 34), les placer dans un grand récipient tapissé de cuivre (§ 57) et les métalliser par les procédés avec lesquels le lecteur doit actuellement être familiarisé. Il suffit ensuite de les bronzer avec de la mine de plomb appliquée à la brosse, pour avoir des statues durables et d'un fort bel effet. On métallise de même des statuettes précieuses de cire qui ont une grande tendance à se fendre et à tomber en morceaux. Une légère couche de cuivre n'altère en rien la finesse du travail et le conserve parfaitement (1).

76. Tulle galvanisé. Ce nouveau produit de l'électrotypie fut d'abord destiné à remplacer la toile métallique dans les batteries de Smee, modifiées par le professeur Grove, (2) mais on l'a depuis employé

(1) Voir aux notes.
(2) Voy. *Proceedings electrical society*, part. II, p. 117.

pour une foule d'objets de fantaisie. Une pièce de tulle est étendue sur un cadre et imprégnée de cire fondue; on l'expose alors à la chaleur du feu pour faire pénétrer la cire que l'on absorbe en plaçant le tissu entre deux feuilles de papier brouillard. L'application de la plombagine permet d'employer ce tulle comme un moule ordinaire, et au bout de quelques heures il est si parfaitement recouvert de métal, qu'il semble transformé en cuivre. On peut l'argenter, le dorer (§ 126) et le façonner à volonté.

77. Batterie constante avec l'acide. Depuis que j'ai publié la première édition de cet ouvrage, j'ai employé, en la modifiant légèrement, une batterie ordinaire excitée avec de l'acide, et je la trouve d'un emploi excellent pour l'électrotypie, lorsqu'on a le temps de la laisser agir. Toutes choses égales d'ailleurs, elle agit deux fois moins vite qu'une batterie garnie de sulfate de cuivre; cet inconvénient est en partie compensé par la belle qualité du dépôt qu'elle produit et l'économie de son emploi. L'intérieur d'un vase est revêtu de cuivre (§ 57), mais on laisse agir le courant jusqu'à ce que la solution soit épuisée. Par ce moyen la surface du cuivre est parsemée d'une foule de petites aspérités dont l'hydrogène se détache très facilement. Le principe est absolument semblable à celui que M. Smee a exposé et dont il a fait l'application dans sa batterie *platinisée*. J'emploie le zinc amalgamé et le diaphragme poreux (§ 44), et j'excite le cuivre ainsi que le zinc, avec une solution d'une partie d'acide sulfurique

dans dix parties d'eau. On peut supprimer le diaphragme destiné à séparer le sulfate de zinc, produit par l'action galvanique, du liquide en contact avec la plaque de cuivre.

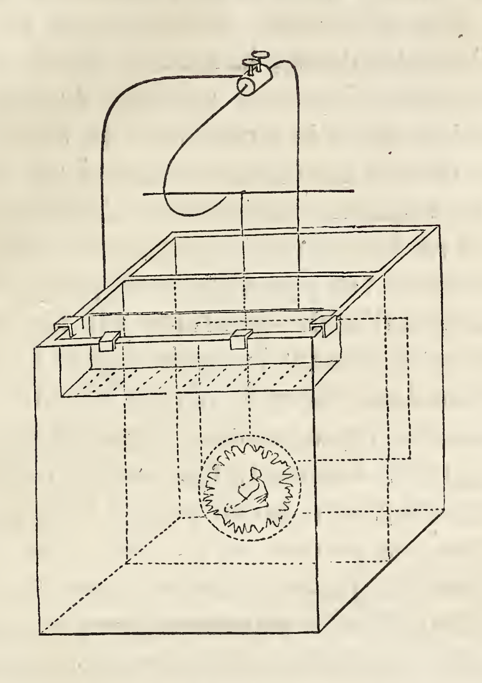
78. Appareil sans acide ni mercure. Le lecteur aura sans doute remarqué que l'on recommande l'emploi de l'*acide* et du zinc *amalgamé* pour les divers genres d'appareils décrits dans ce traité. Il arrive souvent que cette circonstance empêche certaines personnes de se livrer au délassement que leur fournit l'électrotypie. Tous les amateurs ne peuvent pas consacrer spécialement une pièce à ces manipulations, et il faut un soin extrême pour éviter de tacher les habits ou les meubles. Dans les premières éditions, je ne m'étais pas occupé de cette circonstance, me bornant à décrire de mon mieux les procédés les plus faciles et les moins dispendieux, parce que j'étais persuadé qu'avec un peu de soin, on pouvait employer l'acide sans inconvénients. Les personnes peu versées dans la science galvanique, pourraient croire que l'emploi de l'acide est une condition *sine quâ non* de l'opération. Il n'en est rien; l'acide est très-utile pour augmenter la conductibilité du liquide et pour dissoudre l'oxyde qui se forme sur la plaque de zinc, mais il n'a pas d'autre propriété.

En le supprimant, on diminuera donc la conductibilité de la solution cuivreuse et l'oxyde de cuivre ne sera pas dissous. Le premier inconvénient n'est pas aussi grave qu'on pourrait l'imaginer d'abord; car il faut se rappeler (§ 63) que le dépôt cassant

est dû en partie à la rapidité avec laquelle l'hydrogène se dégage de la solution cuivreuse, lorsqu'on a employé *trop d'acide* ou un *trop grand* morceau de zinc. Enlevez l'acide et vous ferez disparaître une des causes de cet accident. L'oxyde de zinc qui se porte sur les plaques entraverait l'opération si l'acide n'était remplacé par une substance qui agît sur cet oxyde; plusieurs sels neutres et le sel ordinaire peuvent être employés à cet usage. Une solution d'hydrochlorate d'ammoniaque remplit parfaitement le but. On peut ainsi exciter—*sans acide*—toutes les batteries décrites jusqu'à présent.

79. Mais, pour cette expérience, je ne connais pas d'appareil plus commode que celui qu'on a représenté dans la figure suivante. Il est composé d'une boîte bien vernie à l'intérieur et divisée en deux compartiments inégaux par une cloison de bois poreux (§ 17). Le compartiment le plus large est rempli d'une solution saturée de sulfate de cuivre, le plus petit contient une solution à demi saturée d'hydrochlorate d'ammoniaque ou de sel commun. Une petite tablette, suspendue dans le premier compartiment, reçoit les cristaux supplémentaires de sulfate. Il est important d'employer une plaque de zinc pur, parce qu'il devient alors inutile de l'amalgamer et que toute action cesse aussitôt que le courant est interrompu. Le zinc ordinaire peut servir, mais l'action sera moins forte. On emploie cet appareil seul ou avec une auge à décomposition. Il ne faut pas espérer que l'effet sera aussi prompt qu'avec l'acide, mais il sera sûr, et peut-être plus

encore que lorsqu'on en fait usage ; on ne doit pas



oublier que « dans les expériences électrotypiques, » l'insuccès dépend, neuf fois sur dix, de la trop » grande force de la batterie et non de sa fai- » blesse (1). »

80. De nouvelles expériences m'ont fait découvrir le procédé à suivre lorsque les moules de cire adhèrent au plâtre. J'ai dit (§ 31) qu'on parvient généralement à les détacher, mais on échoue parfois ; si l'eau n'a pas bien pénétré dans le plâtre ou

(1) *Proceedings electrical society*, part. I, p. 31.

si elle est trop froide, la cire adhérera. Elle peut encore être adhérente, quoiqu'on ait pris toutes sortes de précautions, lorsque le moule a été mal fait. A moins qu'on n'ait employé de bon plâtre, bien mêlé et agité, le moule sera de mauvaise nature, se brisera promptement quand on le mouillera et les fragments adhéreront à l'empreinte. Dans ce cas, il est important de pouvoir les enlever sans altérer la cire. On y parvient sans peine en appliquant un peu d'acide sulfurique sur les morceaux de plâtre et en laissant le moule exposé à l'air pendant dix ou douze heures. L'acide absorbera peu à peu l'humidité répandue dans l'atmosphère, et leur action mutuelle diminuera tellement la cohésion des molécules du plâtre, qu'on pourra l'enlever entièrement avec un pinceau et de l'eau froide. Par ce simple procédé, j'ai pu conserver plusieurs moules qui auraient été mis, autrement, dans le même état que le plâtre auquel ils adhéraient. J'ajouterai quelques observations générales à ce que j'ai dit ailleurs (§ 47-63) du *dépôt cassant :* — « On pensait que » le dépôt pulvérulent (connu de toutes les per- » sonnes qui ont fait quelques expériences) résultait » de la présence du sulfate de zinc dans le sulfate » de cuivre..... La véritable cause se trouve dans le » rapport qui existe entre le pouvoir générateur » produit par l'action du zinc et de l'acide, et la » force de la solution cuivreuse sur laquelle agit ce » pouvoir. Si le sulfate est bien saturé, le cuivre » révivifié sera pur et solide; lorsque la solution est » presque entièrement épuisée, il se dégage de l'hy-

» drogène en même temps que le cuivre est mis à
» nu, et le dépôt est composé d'une poudre brune.
» Entre ces deux états extrêmes séparés par un
» assez grand intervalle, se place le dépôt cassant,
» dont la nature est variable, suivant que la solu-
» tion se rapproche de l'état de saturation ou qu'elle
» est presque épuisée, ou bien encore suivant l'af-
» finité plus ou moins grande du zinc pour son li-
» quide excitateur. Cette dernière condition existe
» sous une autre forme, lorsqu'un *grand* morceau
» de zinc est employé pour reproduire un *petit ob-*
» *jet;* le dépôt est très-dur, mais peu consistant,
» on le casse avec facilité. Des fragments de zinc
» d'un pouce carré suffisent pour copier des em-
» preintes de cachets ou d'autres petits objets sem-
» blables (1). »

81. Au moyen de l'électrotypie, on multiplie facilement les planches de cuivre gravées. La batterie doit être proportionnée aux dimensions de la planche que l'on substitue aux moules (§ 58). Le cuivre adhère parfois si fortement qu'il résiste à tous les efforts qu'on fait pour le détacher. Un procédé facile met à l'abri de cet accident; avant d'employer la planche, chauffez-la et frottez sa surface avec de la cire; maintenez la température et enlevez bien exactement toute la cire avec du coton doux, vous n'aurez plus alors à craindre l'adhérence. Lorsque l'épreuve est terminée, on la détache pour l'employer comme un moule dont on pourra tirer un

(1) *Proceedings electrical society*, part. I, p. 28.

grand nombre d'épreuves toutes aussi parfaites que l'original.

82. On a beaucoup écrit et raisonné sur la multiplication des planches d'un grand prix, au moyen de l'électrotypie (1), et sans aucun doute, on en fera usage en certains cas. Lorsqu'il s'agit, par exemple, d'un ouvrage périodique très-répandu et enrichi de gravures sur cuivre, une planche peut être épuisée avant qu'on ait fait le tirage nécessaire; l'électrotypie est ici d'un grand secours. . . . .
. . . .

83. ÉLECTRO-TINT. On a donné ce nom à un autre genre de dépôt. Pour le produire, on peint sur du métal blanc, avec du vernis de graveur, en formant les teintes au moyen d'un plus ou moins grand nombre de couches; puis on applique la plombagine, et, quand le dépôt métallique est formé, on tire des épreuves comme avec une planche gravée. Après avoir produit une planche semblable, le professeur Von-Kobell examine une épreuve; lorsqu'elle est trop pâle, il prend un moule de la plaque et en fait une copie galvanique parfaitement semblable à l'original; il ajoute alors du vernis sur les parties qui sont venues pâles au tirage et obtient sur cette planche corrigée, un nouveau dépôt qui donne de meilleurs résultats (2). Quoique je n'aie parlé jusqu'ici que du cuivre, on pourra, en prenant les précautions

(1) Voir aux notes.
(2) Voir aux notes.

nécessaires, révivifier tous les métaux de leurs solutions. Cet art est encore applicable à la reproduction d'une planche daguerrienne. Les moyens d'argenter, de dorer et de graver de différentes manières sont décrits avec soin dans la seconde partie.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

SECONDE PARTIE.

1. Observations préliminaires.

84. Il m'a été impossible de donner, dans les observations complémentaires de la première partie, quelques instructions pratiques sur les moyens d'*appliquer l'or et l'argent*, une des branches les plus importantes de l'électrotypie. Conséquemment je me suis peu étendu sur ce sujet, réservant pour cette seconde partie, la description exacte de ces procédés intéressants. Je me propose de donner, plus loin, la manière de graver la plaque positive de l'auge à décomposition, ce qui me conduira à faire cette importante application aux épreuves daguerriennes.

85. J'ai fait précéder la première partie d'une introduction rapide consacrée à la théorie du procédé, m'efforçant de simplifier, autant que possible, la belle théorie des affinités électro-chimiques (§ 12 etc.), afin que, dans le cas où ce travail tomberait entre les mains d'une personne peu versée dans cette matière, elle pût acquérir une connaissance suffisante du *mode d'action*, pour comprendre clairement

les causes et les effets. Je suivrai actuellement la même marche, et, avant d'initier le lecteur à l'art de dorer et d'argenter, je donnerai plus de développement aux principes qui lui servent de base.

86. Je ne puis mieux atteindre ce but, qu'en rappelant les trois expériences que j'ai citées pour faire comprendre l'action *électrolytique*. Dans la première, j'ai expliqué la manière d'agir d'un courant galvanique sur une solution acide, en d'autres termes, le dégagement du gaz oxygène sur le conducteur qui porte le fluide dans la solution, et la formation d'hydrogène sur l'autre fil. J'ai fait observer qu'en employant des conducteurs de platine, on pouvait recueillir isolément ces gaz. J'ai ajouté (§ 12) que, si la solution contenait du sulfate de cuivre, il y aurait encore dégagement d'oxygène, mais que l'hydrogène serait remplacé par du cuivre métallique. Enfin (§ 13), j'ai démontré que si le conducteur sur lequel se porte l'oxygène, est un fil de cuivre, ce gaz, au lieu de se *dégager*, se *combinera* avec le métal pour former un oxyde soluble dans la solution acide.

87. Telle est la théorie du procédé quand on fait usage de l'auge à décomposition (§ 48) ; l'action est absolument semblable lorsqu'on emploie la batterie simple. Par exemple, quand la communication est établie entre les deux éléments d'une pile simple, le zinc étant plongé dans une solution acide et le cuivre dans une solution de sulfate, séparées par un diaphragme poreux (§ 43), le fluide passe *du* zinc *au* cuivre à travers la solution ; le cuivre se porte, comme

précédemment, sur le métal négatif (cuivre) et l'oxygène sur le métal positif (zinc). Dans le premier cas (§ 3, 86), l'oxygène se combinait avec le cuivre ; ici, il se combine encore plus rapidement avec le zinc. Plus un métal est *positif*, plus il a d'affinité pour l'oxygène ; voilà pourquoi l'on opère avec plus de rapidité au moyen de la pile simple (§ 49). Si l'on substitue dans cet appareil une solution, d'un sel d'or, d'argent ou de platine, au sulfate de cuivre, la même action *générale* se manifestera et le résultat sera plus ou moins semblable, suivant les circonstances.

88. Il ne fut pas facile d'expliquer ces *circonstances*. lors des premiers essais que l'on fit sur les métaux précieux. Les sels étaient bien décomposés, plus rapidement même que ceux de cuivre, mais le métal était plus souvent mis à nu à l'état d'oxyde qu'à l'état de pureté désirable.

89. D'après ce que j'ai dit ailleurs (§ 62) sur la manière de faire déposer l'oxyde, mes lecteurs doivent bien connaître les causes de sa formation et trouveront facilement les moyens de s'y opposer. Toutefois, l'application de ces moyens est plus facile en théorie qu'en pratique. Supposons, par exemple, que l'on veuille décomposer du nitrate d'argent par un des procédés ordinaires (§ 46, 48) ; si l'expérience ne réussit pas, comme cela est probable, on aura recours aux modifications que j'ai indiquées pour la solution cuivreuse (§ 63, 64), et l'on reconnaîtra bientôt que le nitrate d'argent n'est pas aussi facile à diriger que le sel de cuivre. Je m'éloignerais de mon sujet et je dépasserais les limites que je me suis im-

posées, si je voulais décrire minutieusement la composition chimique et les affinités électro-chimiques des sels que forment les métaux précieux; il suffira d'indiquer quelques faits familiers au lecteur et qui ont trait à la question qui nous occupe.

90. On a vu (§ 80) que le dépôt d'oxyde résulte de l'absence d'équilibre entre le pouvoir générateur de l'appareil voltaïque et la force de la solution soumise à l'action de ce pouvoir. Dans quelques cas, comme dans l'*électrolysie* du sulfate de cuivre, l'équilibre s'obtient facilement; dans d'autres, par exemple lorsqu'on emploie le nitrate d'argent, on éprouve plus de difficulté; une puissance trop grande engendre l'oxyde; est-elle trop faible, le métal que l'on veut recouvrir se combine avec l'acide nitrique et le nitrate d'argent est décomposé. Les deux extrêmes ne sont pas très-éloignés; on rencontre parfois le terme moyen, sans être guidé par aucune donnée positive. Bien avant qu'on eût expliqué la théorie des dépôts électro-chimiques, je fis quelques expériences sur l'*électrolysie* du nitrate d'argent, et j'obtins au moyen du *galvanisme*, une médaille *argentée* que je crois pouvoir citer comme le premier exemple d'un dépôt d'argent produit par ce procédé. Mais j'ai échoué dans toutes mes nouvelles tentatives, par la raison bien simple que, dans le premier cas, j'étais *fortuitement* parvenu à établir l'*équilibre* entre la puissance génératrice et le travail à faire, tandis que, dans les autres opérations, la puissance était *trop grande* pour mettre à nu le métal sans mélange d'oxyde, ou *trop faible* pour

surmonter l'affinité chimique des éléments du sel (1) pour le métal que je cherchais à argenter.

91. Je n'ai donc pas réussi dans mes dernières tentatives, parce que, avec le nitrate d'argent, les extrêmes sont trop rapprochés, tandis que le contraire a lieu pour le sulfate de cuivre. Dans le dernier cas, *toutes les chances* sont en faveur du *succès* (§ 65) ; tandis que l'insuccès est presque certain dans le premier.

92. Je pourrais m'étendre plus longuement sur la difficulté qui accompagne l'emploi de certains sels les plus négatifs et sur les différences qu'ils présentent. Pour les uns, le succès est renfermé dans des limites étroites, la latitude est plus grande pour les autres. Mais comme mon but est surtout de conduire mes lecteurs à un résultat certain par le chemin le plus court, je laisserai là ce qui est *impraticable* pour m'occuper uniquement de *ce qui peut se faire.*

93. Parmi les sels d'argent et d'or, il en est deux qui donnent des résultats moins limités et fournissent ainsi les moyens de faciliter l'expérience et d'atteindre le but principal qu'on se propose : ce sont les *ammonio-carbonates* et les *cyanures.* D'autres sels ont été employés avec plus ou moins de succès, suivant la science et l'adresse de l'opérateur ; mais les premiers sont d'un emploi plus facile. Les ammonio-carbonates sont sujets à un inconvénient

(1) On donne le nom de *sel* aux corps composés d'un acide et d'une base métallique ou d'autre nature.

grave; ce sont des matières fulminantes très-sensibles; si quelques cristaux se forment à la surface du vase, le plus léger contact produira une explosion. Ce motif suffit pour empêcher qu'on en fasse un usage général. Cet inconvénient n'existe pas avec les cyanures, et, d'ailleurs, comme ils ont été l'objet d'un brevet, je dois en conclure nécessairement qu'ils sont les plus utiles. Je m'en suis toujours servi pour mes expériences avec un plein succès.

II. Préparation des médailles, moules, etc., destinés a être argentés ou dorés.

94. Ce livre sera plus recherché par les amateurs qui désirent copier des médailles, des objets d'art, argenter ou dorer de petits objets, que par les personnes qui veulent faire des expériences sur une plus grande échelle. Pour les premiers, je décrirai, comme je l'ai déjà fait (§ 20), les moyens d'opérer facilement; les autres trouveront dans cet ouvrage, des instructions théoriques et pratiques qui leur permettront de suivre cet art jusqu'à ses dernières limites.

95. Il y a deux moyens de dorer ou d'argenter une surface; l'un a de l'analogie avec les procédés ordinaires, l'autre appartient exclusivement à l'art de révivifier les métaux de leurs solutions par l'action galvanique; le premier consiste à précipiter le métal sur la surface préparée d'une médaille, le second, à faire déposer dans un moule une couche très-mince du métal précieux et à compléter l'épais-

seur désirée au moyen du cuivre. C'est ainsi que fut obtenue l'épreuve dont j'ai parlé (§ 90).

96. *Manière de nettoyer les médailles.* Il est de la plus haute importance de nettoyer *parfaitemen*[illegible]es parties de la surface qu'on veut dorer ou [illegible]ter. On ne doit laisser subsister aucune tr[illegible]'*oxyde*, de *poudre à polir*, enfin pas un atome de *poussière*. Quand on fait des moules de métal fusible par les procédés décrits (§ 24, 25, 104), et qu'on les soumet avec soin à l'action voltaïque (§ 60), les surfaces des médailles sont brillantes et parfaitement propres ; elles sont alors aptes à recevoir la nouvelle couche sans autre préparation. En effet, il vaut bien mieux les employer dans l'état où elles se trouvent, que de gâter ce qui est *bien* en cherchant à faire *mieux* (1).

Pour nettoyer les médailles sales, on les fait tremper pendant une ou deux heures dans une forte solution de soude ou de potasse ; on les brosse ensuite avec de la terre pourrie mêlée avec une grande quantité d'eau ; après les avoir lavées, on les plonge l'une après l'autre, pendant environ dix minutes, dans l'acide sulfurique concentré. Un lavage à grande eau suffit ordinairement pour enlever toutes les impuretés, mais il est parfois nécessaire de les brosser de nouveau et de les remettre dans l'acide. En les plongeant pendant une ou deux minutes dans de l'acide nitrique étendu (une partie d'acide sur six parties d'eau), et les lavant ensuite à

(1) V. aux notes.

l'eau pure, elles seront prêtes à recevoir l'argent ou l'or, mais il faut les placer dans la solution sans les essuyer.

97. Cette immersion dans l'acide nitrique a pour but d'enlever toutes les traces d'oxyde de cuivre et de faire contracter à la surface une union intime avec le dépôt d'or ou d'argent. Quand on néglige cette précaution, le dépôt se boursoufle et s'enlève facilement. Ce phénomène décourage le commençant, qui, poussé par le désir de terminer promptement l'expérience, est exposé à donner peu d'attention aux opérations préliminaires. Des objets d'un travail moins délicat peuvent être préparés plus promptement à recevoir la dorure. On pourra suivre le procédé recommandé par M. Boettiger dans son travail sur la dorure, inséré dans *Annalen der Chimie und der Pharmacie* (1). — « Il » est indispensable, dit-il, de frotter le métal (2) » avec un mélange de sable fin, d'acide hydrochlo- » rique et d'un peu de craie, de manière qu'il ne » reste plus aucune trace d'oxyde de cuivre. — De » même que dans toutes les opérations semblables, » il faut terminer par un lavage à grande eau. On » réussit encore en plongeant l'objet dans la prépa- » ration suivante :

Eau,	64	parties.
Acide sulfurique,	64	»
» nitrique,	32	»
» hydrochlorique,	1	»

(1) Vol. 35, p. 350.
(2) Lorsqu'on peut le faire sans endommager l'objet.

Quand l'objet a été retiré du bain alcalin (§ 96) (1), on l'entoure d'un fil métallique et on le plonge pendant une ou deux secondes dans la préparation précédente, d'où il sort parfaitement propre. Après un dernier lavage qui enlève l'acide, la pièce est prête à recevoir la couche d'argent. Ce procédé est applicable à la préparation des objets usuels plaqués que l'on veut recouvrir d'une nouvelle couche d'argent.

98. On argente également le cuivre en se conformant aux indications précédentes ; la réussite n'est pas aussi facile quand on opère sur de l'argent allemand. Une légère couche d'argent y adhérera bien, mais ne résistera pas à l'usage fréquent que l'on fait des objets plaqués, les couches épaisses se boursouflent souvent et ne supportent pas l'action du brunissoir. Le seul moyen qui m'ait réussi avec le bain alcalin et l'emploi du papier de verre, est basé sur ce fait, qu'après une exposition de quelques heures à l'air libre, les surfaces métalliques ou d'une autre nature, se recouvrent d'une couche d'air tellement adhérente, qu'elle persiste entre ces surfaces et les dépôts métalliques, comme on l'observe dans l'électrotypie. On doit donc utiliser cette circonstance quand on veut reproduire de grands objets, et attendre la formation de cette couche avant de les soumettre à l'action galvanique, car elle s'oppose à ce

(1) J'engage les personnes qui veulent dorer ou argenter un objet, à commencer toujours leur nettoyage par le bain alcalin, il peut être utile et ne nuira jamais ; si le corps est gras, il dissoudra la graisse.

que l'adhérence s'établisse entre les plaques et le dépôt, tandis qu'ils sont intimement unis quand cette couche n'existe pas ou qu'elle n'a pas été remplacée par quelque autre corps (§ 81). Lors donc qu'on aura soudé un conducteur à une plaque de cuivre, il faudra attendre pendant un jour que la couche d'air détruite par l'action de la chaleur, ait le temps de se reproduire. En conséquence, il faut chauffer l'argent allemand avant de le placer dans la batterie et ne le brunir que dans le cas de nécessité absolue.

99. Comme chaque grain d'or a de la valeur, il faut enduire le revers de la médaille d'une couche de vernis copal; cet enduit est propre et d'un excellent effet (1). Je recommande de le substituer, dans tous les cas, au vernis à la gomme laque (§ 26) (2). A moins que l'objet ne soit d'une grande dimension ou qu'on ne veuille obtenir une couche épaisse, la quantité d'argent employée suivant le procédé que j'indiquerai (§ 126) est d'une valeur peu considérable. On peut donc, si l'on veut, se dispenser de vernir le revers de la médaille; elle ressemblera tellement alors à une pièce d'argent massif, qu'on aura peine à convaincre du contraire les personnes qui ignorent le procédé mis en usage. On fixe les médailles, etc., au conducteur, soit en y perçant un trou (si la marge le permet) (§ 74) dans lequel on introduit un crochet

(1) C'est une erreur; ce vernis ne résiste pas à l'action des cyanures. — V. aux notes. (*Note du Trad.*)

(2) Il ne faut pas employer le vernis à la gomme laque dans les solutions cyanurées (§ 1, 19), parce qu'il s'y dissout.

formé à l'extrémité du fil, soit en pliant ce dernier en forme de pince.

100. *Préparation des moules.* Dans la première partie de cet ouvrage, j'ai consacré plusieurs paragraphes (§ 20-35) à la préparation des moules, et ce n'était pas sans raison, car il serait absurde d'agir sur des moules imparfaits, et l'on n'en obtient de bons qu'avec beaucoup de soins et de patience. De nouvelles recherches m'ont permis de décrire la manière de conserver un moule, même lorsqu'il est adhérent au plâtre (§ 79), cependant ce sujet n'est pas épuisé. Il me reste à donner la composition d'une substance que j'emploie au lieu de la cire et de la stéarine; j'enseignerai également la meilleure manière de faire des moules métalliques.

101. *Moules de composition.* On a récemment préconisé les avantages du mélange suivant (1) pour la confection des moules :

	onces.
Graisse de mouton fondue et passée.	1 3/4
Cire vierge.	1 3/4
Blanc de baleine.	8 »

Toutes ces substances sont fondues ensemble et employées de la même manière que la cire; l'addition d'une petite quantité de plombagine augmente les qualités de ce mélange. Relativement aux moules métalliques, je vais décrire quelques améliorations fort importantes, surtout lorsqu'on veut obtenir en

(1) Voy. *The Chemist* (n° 22), vol. 2, p. 308.

premier lieu, un dépôt d'or ou d'argent (§ 35) que l'on épaissit ensuite au moyen du cuivre.

102. MOULES CLICHÉS. Dans une note (§ 25) de la première partie de ce travail, il était question du procédé au moyen duquel on obtient les moules d'alliage fusible les plus délicats (§ 23). Depuis lors, j'ai reçu la description de la méthode suivie sur le continent pour obtenir les empreintes si remarquables des médailles françaises. Ces empreintes sont formées d'alliage fusible composé d'*antimoine* et d'autres substances (§ 83). En suivant les instructions qu'on m'avait envoyées, j'obtins sans peine des épreuves si admirables et qui l'emportaient tellement sur les meilleurs moules métalliques que j'eusse produits par d'autres moyens, que j'adoptai sans hésiter cette nouvelle méthode. Je la recommande à ceux de mes lecteurs qui ont trop de goût pour se contenter d'épreuves imparfaites. L'alliage contient les matières suivantes (1) :

	parties.	
Bismuth.	8	»
Étain.	4	»
Plomb.	5	»
Métal à cara tères (2).	1	»

Faites fondre ces substances à plusieurs reprises

(1) Voy. *Proceedings electrical society*, part. II, p. 90; août 17, 1841.

(2) Le métal à caractères contient une grande quantité d'antimoine qui jouit de la propriété de se dilater par le refroidissement. Au lieu du métal à caractères, j'emploie une partie d'antimoine.

et versez-les goutte à goutte jusqu'à ce que l'alliage soit parfait.

103. Tournez alors un morceau de bois et creusez dans une de ses extrémités, une cavité qui doit être un peu moins profonde que l'épaisseur de la médaille ; placez-y cette dernière ; si elle n'est pas solidement fixée, consolidez-la au moyen d'un petit cercle de papier, puis prenez l'empreinte de la manière suivante.

104. Dans une boîte à bords rentrants d'environ quatre pouces de haut, fixez, au moyen de punaises ou autrement, une feuille de papier fort et lisse ; étendez légèrement une goutte d'huile sur la partie que vous voulez employer et versez-y une certaine quantité d'alliage qu'il faut avoir soin de retirer du feu aussitôt qu'il est fondu (§ 23). Remuez le métal avec deux cartes jusqu'à ce qu'il prenne une consistance pâteuse et qu'il paraisse sur le point de se cristalliser. Dans le cas où sa surface serait ternie, il faudrait y promener une carte légèrement et avec rapidité. Tenez alors solidement, dans une main, le morceau de bois sur lequel est fixée la médaille (§ 103), et frappez sur le métal un coup léger et bien d'aplomb. Si l'on peut se faire aider dans cette opération, cela n'en vaudra que mieux, car parfois, pendant le court espace de temps nécessaire pour poser la carte et saisir la médaille, on laisse passer le moment favorable et le moule est imparfait. Quand, au contraire, une personne remue le métal et que l'autre tient le morceau de bois, il est plus facile de saisir l'instant propice. Lorsqu'on ne peut se faire

aider, il faut placer le morceau de bois à portée de la main droite, la médaille tournée vers la partie inférieure.

105. La beauté de ces moules compensera amplement la peine qu'on se sera donnée. Je ne sais vraiment jusqu'à quel point le mot *peine* est applicable, si l'on se souvient qu'avec l'ancien procédé il fallait recommencer plusieurs fois avant d'obtenir une empreinte fidèle, et qu'alors même que l'opération avait réussi parfaitement, le moule manquait de cette finesse et de ce beau bruni qui caractérisent les produits obtenus par la nouvelle méthode. Avec un peu de soin, on réussit deux fois sur trois, et on économise d'une manière notable le temps et le métal qui est moins exposé à s'oxyder.

106. Ce procédé n'est pas seulement applicable aux médailles qui résistent à une haute température, mais encore aux objets formés de métaux mous, sans qu'il y ait beaucoup à craindre d'altérer l'original. Bien plus, si le moule de métal fusible (§ 105) est arrondi et ajusté dans le morceau de bois (§ 103) à la place de la médaille, il peut servir de matrice et donner une empreinte parfaite tout aussi belle que l'original. C'est ainsi que l'on a obtenu en France la plupart des médailles qui ornent les cabinets des amateurs.

107. En terminant la description de ce procédé, je ferai remarquer à mes lecteurs que les dimensions des médailles ne varient pas considérablement ; ainsi donc, une douzaine de mandrins creusés d'une ca-

vité à chaque bout, suffira pour recevoir une grande partie des médailles existantes.

III. APPAREILS ET SOLUTIONS EMPLOYÉS POUR DORER ET ARGENTER.

108. Les médailles préparées suivant les principes décrits (§ 95, 97, 98) et les moules composés avec le nouvel alliage (§ 102), pourront être recouverts d'or ou d'argent, au moyen de la pile simple (§ 44, 112) ou de la batterie (§ 48, 126), suivant le désir de l'amateur et la nature de l'opération. La manipulation diffère peu pour dorer ou argenter; les observations suivantes seront donc applicables dans les deux cas, à peu d'exceptions près.

109. PRÉPARATION DE LA SOLUTION D'ARGENT. Une solution composée d'oxyde d'argent, de cyanure de potassium et d'eau pure, convient également aux petites expériences et aux opérations faites sur une grande échelle.

Oxyde d'argent. Versez parties égales d'eau et d'acide nitrique concentré, dans un vase de verre contenant des fragments d'argent; le métal se dissoudra bientôt avec dégagement de deutoxyde d'azote. Si la dissolution prend une teinte verte, comme il arrive presque toujours, à moins qu'on n'ait acheté l'argent chez un affineur, cette teinte indiquera la présence du cuivre. Dans ce cas, plongez des morceaux de cuivre dans la solution, l'acide nitrique se combinera avec ce métal, tandis que l'argent pur se précipitera sur le cuivre sous la forme d'une pou-

dre grisâtre (1). Décantez le liquide et lavez à plusieurs reprises le précipité d'argent dans de l'acide sulfurique étendu d'eau, puis dans de l'eau pure; faites-le dissoudre de nouveau dans un mélange d'eau et d'acide nitrique, et vous obtiendrez une solution de *nitrate d'argent pur*. Versez-la dans un vase à évaporation ou dans une soucoupe que vous placerez sur une lampe à esprit-de-vin ou devant le feu, jusqu'à ce qu'une partie du liquide soit évaporée; laissez refroidir ce qui reste, et il ne tardera pas à se former de longs cristaux transparents de *nitrate d'argent*. Il faut les manier avec précaution, parce qu'ils tachent en noir, d'une manière presque indélébile, les substances animales et végétales. Le nitrate d'argent fondu est un caustique employé en médecine et forme la base ordinaire des encres à marquer le linge. Préparez ensuite de l'*eau de chaux*, que vous obtiendrez en agitant de la chaux dans de l'eau et en filtrant la solution. Il est nécessaire d'en préparer une grande quantité, parce que la chaux est très-peu soluble dans l'eau et exige soixante-quinze fois son poids de liquide pour être dissoute à 60° (Farenheit). Remplissez d'eau de chaux un vase dans lequel vous jetterez quelques cristaux de nitrate d'argent; la solution, qui était incolore, prendra aussitôt une teinte brune, et, quand on l'aura laissé reposer quelque temps, l'*oxyde d'argent* se précipitera sous la forme d'une poudre brune; décantez le liquide et lavez le précipité. Avant de jeter

(1) V. aux notes la manière d'obtenir de l'argent pur.

le liquide, il faut y ajouter une nouvelle quantité d'eau de chaux; s'il passe encore au brun, on laisse déposer le précipité. Dans le cas où la solution resterait incolore, on aurait la certitude que tout l'argent en a été retiré. Il ne faut pas sécher l'oxyde d'argent, que l'on conservera dans des flacons pleins d'eau.

Cyanure de potassium. Avant de donner la préparation de cette substance, je dois faire remarquer que plusieurs personnes l'ont confondue avec le *prussiate de potasse*, parce que les marchands, dans leur ignorance de la nomenclature chimique, vendent ce dernier produit sous le nom de *cyanure de potassium.* Il diffère, par ses propriétés, du sel simple, et on le connaît dans les laboratoires sous le nom de *ferro-cyanate*, parce qu'il contient une certaine quantité de fer. Il est d'un jaune vif et on le convertit en cyanure simple incolore, de la manière suivante.

Prenez quatre onces de prussiate jaune en petits morceaux que vous réduirez en poudre très-fine dans un mortier. Séchez et pulvérisez de même une once et demie de carbonate de potasse que vous mêlerez exactement avec le prussiate. Placez un creuset de Hesse sur le feu, et, quand il sera rouge, jetez-y le mélange. En maintenant la température, la poudre se fondra bientôt et deviendra incandescente; alors, plongez-y de temps en temps une baguette de verre préalablement chauffée, la matière qui adhérera à cette tige sera d'abord brune, puis jaune, enfin incolore et transparente. L'opération est alors ter-

minée; on retire le creuset, et après avoir laissé reposer la matière pendant quelques instants on la verse dans un autre vase. Cette préparation est presque entièrement composée de *cyanure de potassium* (1), sel déliquescent et caractérisé par une forte odeur de fleurs de pêcher. Il faut le conserver dans des flacons bouchés à l'émeri. Il me suffira de prévenir le lecteur que cette composition contient une grande quantité d'acide prussique, pour qu'il prenne quelques précautions en en faisant usage. Dès que cette opération est terminée, mettez deux onces de cyanure de potassium dans un litre d'eau de pluie ou d'eau distillée, agitez le liquide jusqu'à ce que le sel soit complétement dissous, puis laissez-le reposer. Ajoutez-y un quart d'once d'oxyde d'argent qui se dissoudra presqu'aussitôt et, peu après, le liquide deviendra clair et transparent.

110. PRÉPARATION DE LA SOLUTION D'OR. Faites dissoudre comme ci-dessus (§ 109), deux onces de cyanure de potassium dans un litre d'eau de pluie ou d'eau distillée chaude; ajoutez-y un quart d'once d'oxyde d'or (2) : le liquide sera d'a-

(1) C'est le procédé du professeur Liebig. Voy. *Phil. mag.*, april 1842.

(2) Il est plus sûr d'acheter l'oxyde d'or que de le préparer quand on n'a pas l'habitude des manipulations chimiques; mais, pour compléter ces instructions, je dois décrire sa préparation. — Faites dissoudre de l'or pur dans un mélange de deux parties d'acide-hydrochlorique et d'une partie d'acide nitrique; faites évaporer jusqu'à siccité, puis dissolvez ce résidu dans douze fois son poids d'eau; à ce liquide vous ajouterez une solution de carbonate de potasse pur dans deux fois son poids d'eau, puis vous exposerez la préparation à

bord jaune, mais il deviendra bientôt incolore (1).

111. Je ne prétends pas donner ces proportions comme invariables (2), mais ce sont les mêmes que j'ai employées avec succès, pour dorer et argenter au moyen de la batterie que je vais décrire (§ 127), la collection de médailles, présentée dans la dernière séance de la société électrique (3). Quand on opère avec la pile simple, il faut régler le degré de saturation du liquide, d'après certaines circonstances sur lesquelles je reviendrai plus loin (§ 114).

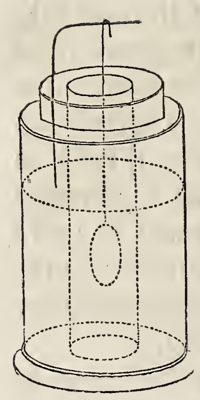
112. *Moyen de dorer et d'argenter avec la pile simple.* On a dû modifier l'appareil, dans le but d'économiser les solutions qui ont une certaine valeur. Ordinairement (§ 43), le vase poreux est entouré par le cuivre ou tout autre élément négatif, (§ 19) et contient le zinc et l'acide; mais ici, le zinc est extérieur; le diaphragme reçoit l'élément négatif ou l'objet sur lequel on opère, et la solution de cyanure.

une chaleur modérée (environ 170° Far.); il se formera un précipité d'un jaune rouge composé de péroxyde d'or hydraté. Lavez ce précipité et pour le rendre anhydre, faites-le bouillir dans de l'eau; il prend alors une couleur brun foncé et l'oxyde d'or est préparé.

(1) La solution d'or s'altère parfois, sans qu'on puisse déterminer la cause de cet accident. M. Smee pense qu'il faut l'attribuer à l'absorption de l'oxygène fourni par l'air atmosphérique ou par le pôle positif. Il est donc urgent de ne laisser la solution exposée à l'air, que le temps nécessaire à l'opération. (*Note du Trad.*)

(2) Il faut étendre les liquides précédents avec trois parties au moins d'eau distillée, autrement le métal prend une teinte sale. (*Idem*).

(3) Voy. *Proceed. elec. soc.*, sept. 21, 1841, p. 125.



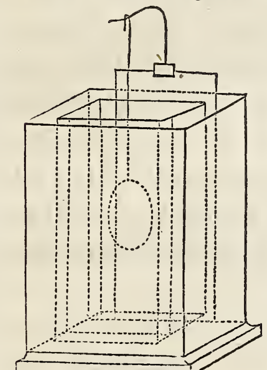
Cette disposition est expliquée par la figure qui représente un vase de porcelaine contenant un cylindre de zinc, dans lequel est placé un diaphragme poreux plein de solution d'or ou d'argent. On fait communiquer le zinc avec la médaille (§ 96) ou avec le moule (§ 104), au moyen d'une vis de pression ou par le simple contact, comme on le voit dans la figure.

113. Je dois insister sur l'action de cet appareil et revenir aux principes, pour les inculquer dans l'esprit des personnes qui liront cet ouvrage avec l'intention de répéter les expériences. Je regretterais beaucoup qu'une seule omission de ma part, exposât les amateurs à échouer dans leurs tentatives; lorsqu'on emploie des substances d'un prix assez élevé, il est important que la route à suivre soit nettement tracée, pour qu'avec un peu d'attention, on ait la certitude à peu près absolue d'atteindre le but.

114. La nature du dépôt produit par l'appareil précédent, dépendra des principes que j'ai exposés (§ 63, 64). Il y aura d'autant plus de chances d'avoir un dégagement d'hydrogène et de manquer l'expérience, que les sels d'argent ou d'or auront une plus grande tendance à être décomposés. On devra donc chercher par tous les moyens possibles à éviter cette malheureuse issue. Par exemple, si la solution d'argent est faible proportionnellement à

l'action de l'eau acidulée sur le zinc, le fluide sera trop énergique pour révivifier le métal pur (§ 163), l'hydrogène se dégagera et le dépôt sera formé d'oxyde métallique. Il peut encore arriver que l'équilibre des solutions soit parfait, mais que le rapport entre les dimensions du zinc et du moule soit tel, qu'il détermine le même résultat. Il faut donc que l'eau acidulée contienne une *très-petite quantité d'acide*, proportionnée à la dose d'oxyde de la solution de cyanure dont on maintiendra la force en y ajoutant de temps en temps un peu d'oxyde.

115. La figure ci-jointe représente un autre appareil simple beaucoup plus commode, quoiqu'il paraisse d'abord différer fort peu du précédent. Le vase poreux qui contient la solution de cyanure, est aplati et peut ainsi recevoir une grande médaille, sans qu'il soit nécessaire d'y verser une quantité considérable de liquide; le zinc a la même forme et l'on établit les communications de la manière habituelle (§ 112).



116. *Manière d'argenter avec la pile simple.* Quand on a versé dans un de ces appareils, de l'eau faiblement acidulée (§ 114) et une solution d'argent (§ 111), on attend quelques minutes que le liquide ait pénétré le tube poreux, pour que l'action commence aussitôt que le courant sera fermé. Il faut actuellement attacher au moule (§ 104) ou à la mé-

daille (§ 96), un fil métallique *mince* (1), flexible, et faire communiquer son autre extrémité avec le zinc, puis compléter le circuit galvanique en plaçant la médaille dans la solution d'argent. Le dépôt d'un *blanc mat* se formera *aussitôt*.

117. La présence de *lignes noires* perpendiculaires, sur la surface blanche, indique un dégagement d'hydrogène qu'il faut éviter par les moyens que j'ai décrits plusieurs fois (§ 63, etc.). Quand on veut déposer de l'argent dans un moule (§ 104) au lieu d'argenter une médaille, il faut opérer de la même manière, mais laisser séjourner le moule dans le liquide plus ou moins long-temps, selon l'épaisseur que doit avoir la couche d'argent. On retire le moule, et après l'avoir lavé, on le trempe dans de l'eau acidulée avec quelques gouttes d'acide nitrique, enfin, il est replacé convenablement dans un appareil contenant du sulfate de cuivre (§ 46, 48), où on le laisse séjourner jusqu'à ce que la couche d'argent soit bien doublée.

118. *Manière de dorer avec la pile simple.* Le procédé opératoire est absolument semblable au précédent; la durée seule de l'opération est un peu plus longue.

119. Jusqu'à ce jour, il paraît qu'on a employé la pile simple pour dorer ou argenter, en modifiant plus ou moins les procédés que j'ai décrits, suivant

(1) J'ai souvent parlé de retarder ou de diminuer la force de l'action ; le fil mince est destiné à produire cet effet ; c'est un moyen utile à ajouter aux autres (§ 114, 63) et qu'on peut souvent employer avec avantage. — Voir les notes.

la nature des objets. Ce mode d'argenture est appliqué sur une grande échelle dans les manufactures anglaises; la force des solutions est maintenue au même degré, par l'addition répétée d'une certaine quantité d'oxyde d'or ou d'argent. Si l'on suit exactement les instructions que j'ai données, la réussite est presque certaine.

120. Avant de passer à la description d'un procédé bien préférable, j'appellerai l'attention des lecteurs sur les oxydes au moyen desquels on obtient l'or et l'argent dans la batterie simple. Chaque once de dépôt métallique est fournie par une quantité d'oxyde qui doit contenir une once de métal pur; donc, on emploie bien plus d'une once d'oxyde pour obtenir une once de métal. Il faut encore mettre en ligne de compte, le temps et la peine qu'exige la combinaison des métaux avec l'oxygène (§ 109), de manière que la dépense occasionnée par la préparation de l'oxyde d'or ou d'argent et par l'opération nécessaire pour révivifier ces métaux de leurs solutions (§ 100, 110), dépasse plus ou moins, selon les circonstances, la valeur du métal que l'on emploie.

121. Toutefois, on peut opérer d'une manière plus certaine et à bien moins de frais, si l'on se sert d'une auge supplémentaire (§ 48, 126) et d'un *anode* (1) d'or ou d'argent. Il est urgent de faire ici

(1) J'emploie le terme *anode* *, imaginé par le docteur Faraday, parce qu'il exprime seul ce que l'on ne pourrait faire

* Voir les notes.

quelques observations sur ce que l'on nomme *résultats secondaires.*

122. Dans la seconde expérience préliminaire (§ 12) sur l'action électrolytique, expérience qui consiste dans la décomposition d'une solution de cuivre au moyen de fils de platine, on a établi que l'oxygène se porte sur le fil par lequel le fluide pénètre dans la solution, ou en d'autres termes sur l'*anode.* Il en serait de même si le fil conducteur était d'or; mais lorsqu'on emploie un fil de cuivre, comme dans la troisième expérience (§ 13), il n'y a pas de dégagement d'oxygène; ce gaz se combine avec une portion du fil de cuivre et forme un oxyde de cuivre qui, dissous immédiatement dans la solution, se convertit en sulfate d'oxyde de cuivre. Le résultat *primitif* est le dégagement d'oxygène sur le fil métallique; la formation de l'oxyde de cuivre, est le résultat *secondaire* produit par l'affinité qui existe entre le cuivre électrisé positivement et l'oxygène qui se dégage.

123. Ces résultats *secondaires* sont souvent très compliqués et ne dépendent pas toujours de la combinaison du conducteur avec l'élément qui se dégage,

comprendre sans une longue description. Si, comme il est probable, j'employais de nouveau ce terme, mes lecteurs se rappelleront que, dans une auge à décomposition (§ 48), on donne le nom d'*anode* à la plaque métallique qui est en communication avec le cuivre de la pile; c'est le point par lequel l'électricité s'échappe dans la solution. Le métal en rapport avec le zinc et par lequel l'électricité sort de la solution, prend le nom de *catode.* Les moules sont donc des *catodes*, et les plaques de cuivre, d'or ou d'argent, qui fournissent le métal, sont des *anodes.*

comme dans le cas précédent; car cet élément (1) prend parfois un nouveau caractère en s'unissant, dans la solution, à un autre élément. Par exemple, le *dépôt du cuivre* est un effet *secondaire;* l'*hydrogène* est l'élément produit par l'action primitive, mais il se combine avec l'oxygène de la solution et le *cuivre* est mis à nu.

124. On ne peut déterminer théoriquement ces *effets secondaires*, parce qu'il est impossible de prévoir, pour chaque cas, le genre d'affinité que produiront certaines circonstances. Nous savons que l'oxygène occupe le premier rang parmi les éléments qui se portent sur l'*anode*, et que ce gaz ne se combinera pas avec l'*or*. Nous connaissons aussi plusieurs autres corps qui se portent sur l'*anode*, mais l'expérience seule peut faire connaître les résultats secondaires pour chacun d'eux, soit qu'ils dépendent de l'union qui s'opère dans le liquide, entre ces corps et l'*anode*, soit de la combinaison de ces corps avec un élément. Parmi ces corps, se trouve le *cyanogène*, composé binaire de carbone et de *nitrogène*, possédant la singulière propriété de se combiner avec les corps *élémentaires*, absolument comme s'il était de même nature qu'eux (2). La désinence *gène*, est destinée à indiquer la similitude de

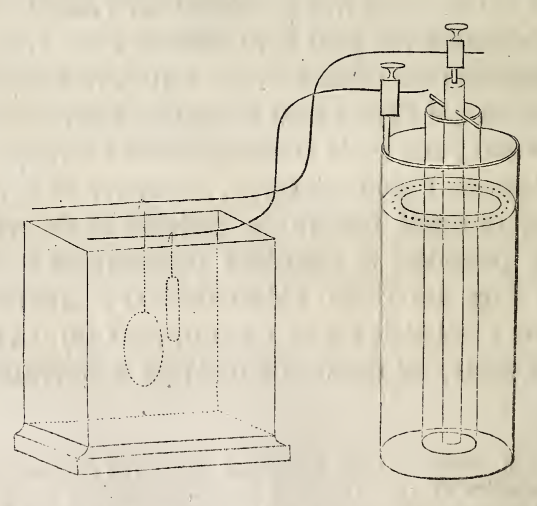
(1) On donne le nom d'*élément* aux corps simples, indécomposables et que l'on peut considérer comme des principes; tels sont les métaux, etc. Les lois qui président à la combinaison des éléments entre eux, sont fort intéressantes, mais ne peuvent être exposées dans cet ouvrage.

(2) Voy. *Proceed. elec. soc.*, sept. 21, 1841, vol. I, p. 120.

ce fluide élastique avec les autres gaz, sous le rapport des *propriétés générales.*

125. On a reconnu par une série d'expériences faites sur des solutions d'or et d'argent combinées avec le *cyanogène*, que *le cyanogène développé sur l'anode, s'unit à l'argent et à l'or.* De là dérivent les moyens de dorer et d'argenter de la même manière qu'on applique le cuivre (§ 48), en employant un appareil générateur du fluide et l'auge à décomposition contenant le liquide cyanuré.

126. *Application de l'or et de l'argent, au moyen de la pile.* Pour les solutions d'argent, on n'a pas besoin d'employer une auge de grandes dimensions. Avec une pile de Daniell semblable à



celle que représente la figure, on pourrait reproduire des médailles beaucoup plus grandes que l'auge dont on fait usage et que l'on construit en porcelaine

ou en verre. Haute de quatre pouces et large de trois, cette auge contient deux tiers de pinte de la solution. Le zinc plongé dans de l'eau salée, n'a pas besoin d'être amalgamé; le vase de cuivre de la batterie contient, comme de coutume, une solution de sulfate (§ 19). On dore plus facilement en faisant usage de deux piles de Daniell.

127. Un conducteur *mince* fixé au cuivre de la pile, est terminé par une plaque ou par un fil d'argent qui plonge plus ou moins profondément dans la solution, suivant les dimensions de la médaille ou de l'objet sur lequel on opère. Ce dernier communique avec le zinc par un fil *mince* et complète le courant lorsqu'on le plonge dans la solution. En quelques secondes, la surface est revêtue d'une couche d'argent mat dont l'épaisseur dépend de la durée de l'expérience. Quelques minutes suffisent pour argenter des médailles ou des objets qui ne sont pas exposés à s'user. Les cuillers, les fourchettes, les pièces de plaqué, etc., exigent six ou huit heures d'immersion; mais il faut surveiller la marche de l'appareil pour empêcher la formation des lignes noires. Si on les voit apparaître, on soulève le fil d'argent *anode*, pour qu'il plonge moins profondément dans le liquide. Lorsqu'on argente des objets de grandes dimensions, qu'il faut laisser long-temps dans l'appareil, il est nécessaire de les retirer parfois et de changer leur position pour que le dépôt s'opère également. Tous ces renseignements sont applicables à la dorure (1).

(1) V. les notes.

128. L'or ou l'argent de l'*anode* se combine graduellement avec le *cyanogène*, à mesure que le métal se dépose sur le *catode*, et la dissolution se fait en proportion égale du dépôt, de manière que la dépense n'est pas seulement diminuée, mais bien réduite au *minimum*, car, lorsqu'une fois on a fait une solution, elle peut servir indéfiniment, et tous les frais se réduisent à la valeur du métal.

129. *Anodes d'or et d'argent* PURS. Il est bien entendu que les *anodes* d'or ou d'argent doivent toujours être parfaitement purs. L'argent avec lequel on confectionne les services de table (1), et l'or des bijoutiers, ne peuvent être employés, parce qu'ils contiennent du cuivre dont la présence est nécessaire pour augmenter la dureté des métaux et les rendre propres à l'usage. Des *anodes* de cette nature, altéreraient bientôt la solution qui s'emparerait du cuivre. Il est facile d'obtenir les métaux à l'état de pureté (2).

130. *Dorure sur argent.* J'ai déjà indiqué la manière de préparer les médailles que l'on veut argenter ou dorer (§ 96, 98), mais les procédés galvaniques nous fournissent les moyens de produire une surface d'argent qui reçoit parfaitement la dorure. L'argent doré excite l'admiration générale, le

(1) J'insiste sur cette circonstance, parce que la première idée qui se présentera à l'esprit des lecteurs, sera de se servir d'une cuiller. On pourra l'employer comme *anode* et argenter parfaitement, mais, après un certain temps, le cuivre de l'alliage s'unira à quelqu'un des éléments du liquide dont il altérera la composition.

(2) V. les notes.

cuivre argenté et doré ensuite, est tout aussi beau et l'opération se fait avec tant de rapidité, que j'engage les amateurs à argenter les objets avant de les dorer. Les échantillons que j'ai obtenus de cette manière l'emportent de beaucoup sur les pièces de cuivre dorées immédiatement ; j'ai adopté ce système pour ma collection de médailles.

131. Lorsque l'action doit être prolongée, ou qu'on veut obtenir des dépôts d'une certaine épaisseur, il faut modifier l'appareil, autrement, puisqu'il ne faut plonger dans le liquide qu'une certaine partie de l'anode (§ 116), il serait indispensable de surveiller continuellement la marche de l'opération, pour remplacer le fil métallique à mesure qu'il serait détruit. On peut éviter cette sujétion, en faisant usage d'un petit lingot d'or ou d'argent complétement verni excepté à l'une de ses extrémités ; de cette manière, le métal sera fourni en assez grande abondance, bien qu'il n'y ait qu'une petite surface en contact avec le liquide.

132. Lorsqu'on ne peut se procurer un lingot, on arrive au même résultat au moyen de ce que je nomme l'*appareil régulateur* (1). C'est un vase contenant une forte solution de sulfate de cuivre, et que l'on place entre la batterie et l'auge à décomposition ; il communique avec le cuivre de la pile au moyen d'un gros conducteur terminé en spirale. Ce conducteur doit être verni, à l'exception de son extrémité. Le courant sera retardé dans cette cuve,

(1) Voy. *Proceed. elec. soc.*, vol. I, p. 123, sept. 21, 1841.

et au lieu de fils d'or ou d'argent, on pourra sans crainte plonger de fortes plaques métalliques dans le liquide.

133. *Observations générales sur la dorure galvanique.* Les avantages de cette méthode sont assez nombreux. L'appareil n'est pas d'un prix élevé ; les moyens sont à la portée de toutes les intelligences ; l'opération marche avec rapidité, et, quand elle est conduite avec soin, les résultats égalent ceux que pourrait produire l'ouvrier le plus habile. On règle à volonté l'épaisseur du dépôt ; l'opération peut être arrêtée quand on le désire. Tout le monde sera à même de recouvrir des métaux les plus chers (bien que par ce moyen la dépense soit très-faible), tous les objets métalliques qui mériteront d'être conservés ; nous ne devons pas oublier que ce procédé remplacera la dorure au mercure dont les vapeurs abrégent l'existence des ouvriers qui les respirent.

134. Je n'ai pas cru qu'il fût nécessaire d'indiquer la manière de dorer d'autres objets, parce que l'opération est toujours identique. Si l'on suit exactement les conseils que j'ai donnés, on pourra les appliquer dans toutes les circonstances. Au reste, je recommande l'emploi de l'auge à décomposition qui me paraît avantageuse sous bien des rapports. Autant que j'ai pu m'en convaincre par mes expériences sur les dépôts métalliques, elle fournit le moyen le plus *parfait*, le plus *certain* et le *moins dispendieux*, de dorer et d'argenter.

135. *Observations générales sur les objets*

argentés. La surface d'argent déposée au moyen de la pile, est matte. Lorsque l'opération est conduite avec soin, les médailles recouvertes d'une couche semblable, sont de toute beauté et peuvent être placées dans la collection après avoir été soumises à un simple lavage dans l'eau pure. On peut les rendre brillantes en les polissant avec un morceau de peau et du rouge d'Angleterre. Les objets ordinaires sont polis et brunis à l'aide d'un brunissoir d'acier ou d'agathe. L'application galvanique de l'argent commence à se propager dans les arts ; l'expérience seule nous enseignera jusqu'à quel point elle l'emporte sur les anciens procédés. La science peut l'employer pour fabriquer les plaques du daguerréotype et construire la batterie de Smee perfectionnée (§ 137, 142). Quelques observations à ce sujet ne seront pas déplacées ici.

136. *Plaques pour le daguerréotype.* Ignorant la législation des brevets, je ne pourrais dire si l'on s'exposera à des poursuites en faisant des plaques avec du cuivre argenté par un des deux procédés que j'ai décrits (§ 112, 126) ; mais je puis affirmer que le nouvel art rendra de grands services à ce genre de fabrication et que beaucoup de personnes, effrayées par la dépense qu'occasionne l'achat des plaques, se mettront à l'œuvre dès qu'elles pourront les fabriquer elles-mêmes. On peut opérer de deux manières : l'une consiste à argenter une plaque de cuivre brunie et préparée (§ 96), l'autre à faire déposer l'argent (avec les précautions convenables § 98) sur une plaque brunie, et à le doubler de cui-

vre. Le dernier moyen est préférable, surtout lorsqu'on ne connaît pas les procédés que l'ouvrier met en usage pour brunir une surface.

137. *Perfectionnements apportés à la batterie de Smee.* J'ai dit ailleurs (§ 58) qu'on avait inventé une batterie composée d'argent platinisé et de zinc amalgamé ; je reviens sur ce sujet, pour mettre l'amateur à même d'appliquer ses connaissances à la construction d'un appareil générateur très-puissant. Lorsqu'un couple voltaïque est excité par une solution acide, le zinc se combine avec l'oxygène, se transforme en oxyde et se détruit peu à peu. Cependant le cuivre ne se combine pas avec l'hydrogène qui se dégage. Lorsque la surface du cuivre est bien unie, les bulles de gaz ont une grande tendance à y adhérer, elles ne tardent pas à couvrir certains points de la plaque et diminuent l'action électrique. Les choses ne se passent pas de même, quand on a rendu le métal rugueux en y faisant déposer le *cuivre d'une solution de sulfate* (§ 76). Alors les bulles de gaz s'élèvent à la surface du liquide à mesure qu'elles se forment, et la puissance de l'appareil s'accroît considérablement ; si quelques bulles s'attachent encore au cuivre, elles se disposent de manière à ne pas entraver l'action galvanique.

138. J'ai dit qu'il fallait rendre la plaque rugueuse en y faisant déposer du cuivre ; toutefois, je n'entends pas par là du cuivre *métallique*, mais à l'état d'*oxyde*, que certaines expériences malheureuses nous ont fait connaître (§ 63). On obtient cet oxyde en remplissant l'auge à décomposition,

d'eau acidulée contenant une petite quantité de sulfate de cuivre (1). Le professeur de La Rive pense qu'une partie de l'hydrogène se combine avec l'oxygène de l'oxyde, produit de l'eau et dépose le métal (2) ; voilà encore un exemple des effets secondaires. Mais comme l'argent et le platine occupent un rang plus élevé parmi les métaux négatifs, étant tous deux, et surtout le dernier, classés plus loin du zinc que le cuivre, on obtient une disposition plus efficace, en les combinant avec le zinc pour former des couples voltaïques, surtout quand leur surface a été revêtue d'un dépôt pulvérulent de platine ; je désigne cette opération par le mot *platiniser*, pour la distinguer de celle qui consiste à déposer une couche brillante de platine, et que je nomme *platiner*.

139. *Manière de platiniser*. On mêle une petite quantité d'hydrochlorate de platine avec de l'eau acidulée, et l'on décompose cette solution en y plongeant un conducteur de platine fixé au cuivre de la batterie, et l'objet à *platiniser* qui doit communiquer avec le zinc. Au bout de quelques minutes, l'opération est terminée. On *platinise* quelquefois le platine, mais l'argent remplit le même but.

140. Quoiqu'il ne soit pas indispensable d'employer des diaphragmes avec ces batteries, on peut cependant s'en servir avec avantage, pour éviter le contact de l'argent *platinisé* et de la solution de

(1) On peut dire que le cuivre, traité de cette manière, est *cuivré*.

(2) Voy. *Arch. de l'électricité*, vol. I, p. 269.

zinc ; les diaphragmes de papier sont les meilleurs. L'action des plaques *platinisées* est caractérisée par un dégagement d'hydrogène qui s'échappe en faisant entendre un petit sifflement. Ce courant d'hydrogène a lieu entre les deux plaques du couple , et tandis que, d'une part, il forme un écran partiel entre ces deux plaques, il s'oppose de l'autre à ce qu'on puisse les rapprocher au delà de certaines limites. Une modification très ingénieuse proposée pour cet appareil (1), est la substitution d'une gaze de fil d'argent *platinisée* , à la *plaque d'argent*. Par ce moyen , l'hydrogène peut s'échapper facilement à travers les mailles du tissu et se porter en dehors, au lieu de séjourner entre les deux plaques. On pourra donc les rapprocher sans craindre que l'action soit entravée par la présence du gaz.

141. J'ai dit que cette modification avait été *proposée*, parce qu'à l'époque où on la fit connaître, elle n'avait pas encore été mise en pratique, en raison de la difficulté qu'il y avait à se procurer de la toile métallique d'argent; je me suis étendu assez longuement sur ce sujet, afin de faciliter les moyens d'appliquer l'argenture électrique à la construction d'une batterie aussi utile pour les expériences électrotypiques.

142. *Nouvelle batterie électrotypique.* Elle mérite sous deux rapports le nom d'électrotypique, soit qu'on la considère dans son application , soit qu'on veuille indiquer qu'elle est produite par l'é-

(1) Voy. *Proceed. elec. soc.*, vol. I, p. 117, sept. 21, 1841.

lectrotypie. Voici la manière de la construire. Prenez un morceau de toile métallique de cuivre, ayant *exactement* les dimensions nécessaires (car on ne doit plus la découper), et fixez-y définitivement la vis de pression ou le conducteur qui servira plus tard à établir les communications. Placez alors la toile métallique dans une auge à décomposition contenant du sulfate de cuivre, de manière à exposer ses deux faces à l'action galvanique, jusqu'à ce qu'elles soient recouvertes d'une couche brillante de cuivre *pur*, assez épaisse pour revêtir tous les fils métalliques et les unir intimement ensemble. Lavez ce tissu après l'avoir retiré de l'appareil, et placez-le devant le feu jusqu'à ce qu'il soit bien chaud; argentez-le ensuite en le soumettant pendant quelques minutes à l'action galvanique, dans l'auge à cyanure d'argent. Ayez soin d'exposer alternativement chaque face à l'action directe, pour que le dépôt s'effectue également. Un morceau de toile métallique préparé de la sorte, sera préférable à un tissu d'argent, parce que le dépôt successif de cuivre et d'argent, aura complétement modifié la surface qui se débarrassera de l'hydrogène avec plus de facilité (§ 137). On termine l'opération en *platinisant* par le procédé indiqué (§ 139).

143. On a ainsi préparé l'élément négatif; mais il faut encore le disposer avec quelque soin pour atteindre le but principal qu'on se propose, c'est-à-dire, le dégagement facile de l'hydrogène par la face externe et non par la face interne de l'élément *platinisé*. Dans la figure qui accompagne le paragra-

phe 58, on a représenté les deux plaques *parallèles* et perpendiculaires. Dans ce nouvel appareil, elles seront *parallèles*, *très-rapprochées l'une de l'autre*, mais *inclinées légèrement*, de manière que le tissu platinisé se trouve à la *partie supérieure.* Le gaz s'élève perpendiculairement, et l'on comprend sans peine que cette disposition lui permet de s'échapper à travers les mailles du tissu, pour se porter en dehors de l'élément. On augmentera la puissance de l'appareil, si l'on place un morceau de tissu métallique de chaque côté du zinc (1). Cet élément sera alors perpendiculaire, et les morceaux de tissu, légèrement inclinés, se rapprocheront par leurs extrémités supérieures. La difficulté que l'on éprouvait à se procurer du tissu métallique, a fait naître l'idée du tulle électrique (§ 75) qui fut d'abord proposé et préparé pour les batteries, par M. Phillips de Saint-Austell.

144. *Acide sulfurique.* Le seul but de ce traité, étant de simplifier les procédés et d'en rendre l'application plus facile, je croirais ne pas avoir rempli complétement la tâche que je me suis impo-

(1) Quelques mots ne seront pas déplacés ici touchant le rapport qui doit exister entre les dimensions des surfaces métalliques. Les expériences les plus délicates tendent à prouver que le maximum d'action est obtenu au moyen de surfaces égales. Lorsqu'une plaque d'argent est placée entre deux plaques de zinc, suivant la disposition ordinaire des batteries *platinisées*, chaque surface de l'argent est exposée à une surface égale de zinc ; la même proportion existera si, comme je l'ai indiqué, le zinc est placé entre deux morceaux de tissu platinisé. Dans les deux cas, la somme des surfaces en rapport est à peu près égale.

sée, si je ne faisais mention d'un fait important qui m'a frappé dernièrement (1); je veux parler de la nécessité d'employer de l'acide sulfurique pur, c'est-à-dire, dans lequel il n'y a pas d'acide nitrique. Ordinairement, il contient une petite quantité de cet acide qui détruit promptement le zinc, bien qu'on l'ait amalgamé avec le plus grand soin; il attaque quelques parties du mercure et agit avec énergie sur le zinc mis à découvert. On explique mieux l'inefficacité de l'amalgame, en l'attribuant à cette action de l'acide, qu'à la mauvaise qualité du zinc. Le mercure protége ce métal, mais toutes les précautions sont sans effet contre l'action de l'acide nitrique qui détruit promptement le zinc.

145. *Réactif pour reconnaître la présence de l'acide nitrique.* Chauffez une fiole contenant de l'acide sulfurique auquel on a mêlé un peu de sulfate d'indigo : si la couleur bleue disparaît, le liquide contient de l'acide nitrique; si, au contraire, elle persiste, on peut faire usage de l'acide sulfurique. Il faut employer cet acide pur, non-seulement pour exciter la batterie, mais encore pour amalgamer (§ 41). Quand on a pris ces précautions, on peut opérer parfaitement avec du zinc ordinaire.

146. *Applications diverses de la dorure galvanique.* Sur le continent, on a appliqué ce genre de dorure aux ressorts et aux autres pièces des chronomètres; M. Perrot a entrepris de dorer si-

(1) *Proceed. elec. soc.*, vol. I, pag. 112.

multanément toutes les pièces d'une montre sans interrompre sa marche (1) ; M. Bœttiger, que j'ai déjà cité, a fait usage de chlorure d'or, et a préparé des surfaces de cuivre, en y faisant préalablement déposer du platine. Un graveur de Genève, M. Humann, a remplacé le vernis ordinaire des graveurs, par une couche d'or excessivement mince sur laquelle il trace son dessin avec la plus grande exactitude. Ce procédé et la gravure galvanique, nous fournissent conjointement une autre application fort importante de cet art dont le vaste domaine ne peut que s'étendre.

On a employé avec succès la dorure galvanique, pour fixer d'une manière permanente les images daguerriennes. On n'ignore pas que les couches d'or minces sont transparentes ; on fait donc déposer une couche semblable sur une épreuve que l'on fixe ainsi, sans la rendre moins apparente et sans détruire sa beauté.

IV. Gravure.

147. Jusqu'à présent, tous les résultats produits par l'application convenable des lois qui régissent les affinités électro-chimiques, ont été obtenus sur le métal *négatif*, autrement nommé *catode* (§ 121) ; mais il en est d'autres fort importants qui se manifestent sur l'*anode* (§ 121), et auxquels je vais consacrer quelques paragraphes.

(1) *Arch. de l'électricité*, n° 1, p. 276.

On a vu que les plaques de cuivre en communication avec le cuivre de la batterie et placées dans l'auge à décomposition, étaient détruites peu à peu en se combinant avec l'oxygène ; il en est de même des plaques ou *anodes* d'or ou d'argent, lorsqu'ils se combinent avec le *cyanogène*. Mais, de même que le vernis (§ 26) protége les parties du moule sur lesquelles on l'applique, contre l'action galvanique, de même, on peut protéger les plaques de cuivre et localiser à volonté l'action destructive.

148. Par exemple, si l'on étend une couche de vernis sur une partie d'une plaque de cuivre, cette partie sera protégée contre l'action galvanique, tandis que le reste de la plaque sera détruit. On a mis à profit cette circonstance, pour tracer les dessins que l'on veut graver sur une plaque recouverte d'une composition convenable ; cette plaque est alors soumise à l'action de l'oxygène (§ 122) et la gravure s'effectue rapidement. Ce procédé l'emporte sur la gravure ordinaire effectuée au moyen de l'acide nitrique, parce qu'on peut régler l'action à volonté, la rendre plus puissante ou la ralentir, retirer de temps en temps la plaque du liquide pour l'examiner, et l'y replonger ensuite. Au reste, on a reconnu tant d'avantages à ce procédé de gravure, qu'il a été l'objet d'un brevet.

Procédé opératoire. Soudez un gros conducteur à une plaque de cuivre brunie, sur laquelle vous étendrez, au moyen de la chaleur, une couche bien égale de vernis à graver (1) ; enfumez cette couche

(1) Le vernis à graver est composé d'asphalte, de cire, de

en la passant sur la flamme d'une chandelle et vernissez le revers de la plaque ainsi que le conducteur, avec de la gomme laque. Tracez alors le dessin à l'aide d'une pointe déliée et mettez la plaque en guise d'*anode*, dans une auge à décomposition soumise à l'action d'une pile de Daniell; dix minutes après, retirez-la et bouchez les traits les plus fins avec du vernis noir. Replacez-la encore dans l'auge pendant dix minutes, puis bouchez les demi-teintes; et après dix autres minutes d'immersion, la gravure sera terminée. Chauffez la plaque et enlevez le vernis sous lequel vous trouverez une gravure parfaite (1). Il faut régler la durée et le nombre des opérations suivant les circonstances. La gravure électrique est une expérience intéressante à faire dans un cours; en soumettant la plaque à l'action électrique au commencement d'une leçon, j'ai pu distribuer des épreuves avant qu'une heure fût écoulée.

149. Avec un peu de soin et d'habitude, un amateur, surtout s'il sait dessiner, pourra faire des esquisses qu'il gravera au moyen du galvanisme. S'il est assez habile dans l'art du dessin, pour tracer son sujet sur la couche d'or dont j'ai parlé précédemment (§ 146), il parviendra à exécuter des planches

poix noire et de poix de Bourgogne. Pour l'employer, on l'enveloppe dans un morceau de soie.

Je préfère employer le gros vernis liquide appliqué au pinceau. (*Note du Trad.*)

(1) Il est inutile de chauffer la plaque; on la nettoie parfaitement en la lavant avec de l'essence de térébenthine. (*Note du Trad.*)

bien plus remarquables encore. Les amateurs des beaux-arts trouveront sans doute dans ce nouveau et intéressant procédé de gravure, un aliment à l'activité de leur imagination. Il faut vernir exactement le revers d'une plaque de cuivre et la soumettre dans cet état à l'action du cyanure d'or; quand on a obtenu une couche bien égale, on retire la plaque pour tracer le dessin sur la couche d'or, comme on fait ordinairement sur le vernis. La plaque est alors plongée dans une solution de sulfate de cuivre, à la place de l'*anode;* et comme l'oxygène se combine avec le cuivre et non avec l'or (§ 122), la gravure s'effectue parfaitement. Cette opération marche très-vite, il faut donc la surveiller attentivement, de peur de trop prolonger sa durée et de gâter la planche, vis-à-vis de laquelle il faudra en placer parallèlement une autre de mêmes dimensions.

150. *Gravure électrique des épreuves daguerriennes.* Dans l'opération que nous venons de décrire, il faut que l'artiste trace le dessin pour que l'action électrique exécute la gravure; mais M. Grove décrit un procédé (1) au moyen duquel la nature seule accomplit tout le travail. Il est parvenu à graver les plaques daguerriennes, en soumettant à une autre puissance de la nature, ces résultats magnifiques dessinés par la lumière.

151. Bien que par ce procédé, on ne puisse produire des planches irréprochables aux yeux de l'imprimeur, il mérite cependant d'occuper une place

(1) Voy. *Proceed. elec. soc.*, vol. I, p. 94, aug. 17, 1841.

dans ce traité, parce qu'il fournit une application importante du nouvel art, et qu'il permet, sinon au typographe, du moins à l'*électrotypiste*, d'obtenir des planches dont il pourra tirer des épreuves parfaites.

152. Dans une épreuve daguerrienne, les noirs sont produits par l'argent, et les teintes claires par le mercure, donc, si l'on place une de ces plaques en guise d'*anode*, dans une solution dont l'élément mis à nu agira sur un des métaux et non sur l'autre (comme dans la dernière expérience (§ 151), l'oxygène qui se combine avec le cuivre sans agir sur l'or), ou bien, si on la place dans une solution dont l'*anion* (1) se combinera plutôt avec l'un des métaux qu'avec l'autre, on obtiendra une gravure.

153. Le choix de la solution que doit contenir l'auge à décomposition, est de la plus haute importance. On emploie, dans ce cas, de l'acide hydrochlorique étendu de la moitié d'eau ; il faut ensuite s'occuper de la nature du *catode* ou de la plaque unie au zinc de la batterie, et sur laquelle se porte l'hydrogène ou le métal, suivant la nature de la solution. L'acide hydrochlorique produit de l'hydrogène ; le

(1) L'*anion* est l'élément qui se porte sur l'*anode* (§ 121). Jamais je n'ai mieux apprécié la valeur de la nomenclature électrochimique du docteur Faraday, qu'en écrivant ce traité. Je me suis efforcé, souvent même aux dépens de la concision, d'éviter autant que possible la phraséologie scientifique. Lorsque je me suis écarté de cette règle, j'ai donné l'explication des termes employés. Le lecteur comprendra sans peine que tout ce qui se porte sur l'*anode* (par exemple l'oxygène), est *anion*, les éléments qui se portent sur le *catode* sont des *cations*; parmi ces derniers, l'hydrogène occupe le premier rang.

grand point est de s'en débarrasser promptement et d'une manière régulière, car, si une certaine quantité d'hydrogène adhère à la surface du *catode*, la plaque que l'on veut graver sera défectueuse dans le point correspondant. Les plaques qui se débarrassent le plus facilement de l'hydrogène, sont celles d'argent platinisé et de platine. Il faut ensuite régler la distance des deux plaques placées parallèlement vis-à-vis l'une de l'autre. Un écartement d'un cinquième de pouce produira une action uniforme et sera suffisant pour empêcher l'hydrogène de se porter sur l'anode et de nuire au résultat.

154. Dans une opération aussi délicate que celle qui consiste à graver les détails microscopiques de ces épreuves, il faut donner une attention toute particulière au rapport qui existe entre les dimensions du couple générateur, et celles des *électrodes* ou plaques au moyen desquelles le fluide pénètre dans la solution et l'abandonne. L'effet général d'un électrolyte, ou liquide soumis à la décomposition, est de ralentir l'action électrique, et *à fortiori*, elle est encore plus ralentie, quand les électrodes sont plus petits que les éléments générateurs. L'emploi de petits *anodes* et de conducteurs minces (§ 116), nous a souvent fourni un exemple de ce fait. Conséquemment, la meilleure méthode sera de donner des dimensions égales ou presque égales, aux éléments générateurs et aux *électrodes;* une batterie simple suffira, parce que la solution peut être décomposée par un courant faible. Le professeur Grove emploie un couple excité par l'acide nitrique, mais toute au-

tre pile produira l'effet désirable. La durée de l'opération est subordonnée à l'espèce de pile dont on fait usage. Avec la pile à acide nitrique, qui possède une grande énergie, le résultat a été obtenu en vingt-cinq ou trente secondes. Les autres piles agissent plus lentement et il est probable que la gravure sera plus fine ; d'ailleurs, on risque moins de manquer l'expérience.

155. Il faut maintenant faire un cadre avec deux coulisses ou deux rainures destinées à recevoir l'épreuve daguerrienne (1) ainsi que la plaque platinisée, et à les maintenir solidement dans la position convenable. On plonge alors ce cadre dans la solution (§ 153) et on le met en communication avec la pile, en touchant les bords des plaques (2), avec les conducteurs que l'on maintient dans cette position pendant le temps nécessaire. — « Retirez alors la plaque » que vous laverez dans de l'eau distillée ; si l'argent » est bien homogène (3), le dessin original aura pris » une belle couleur de terre de Sienne, produite par » la couche d'oxychlorure (4) formée pendant l'o-

(1) Le revers et les bords de cette épreuve doivent être exactement recouverts de vernis.

(2) Il faut enlever un peu de vernis sur le bord de l'épreuve.

(3) « Il est important que l'argent des plaques soit bien » homogène. Des stries imperceptibles sur l'épreuve, deviennent immédiatement apparentes sous l'influence de l'*anion* ; » peut être y aurait-il de l'avantage à employer de l'argent » produit par le galvanisme » (Grove). Ce passage, qui était accompagné d'épreuves obtenues au moyen des planches gravées, prouve évidemment qu'il sera parfois avantageux d'employer des plaques préparées comme je l'ai indiqué plus haut (§ 136).

(4) L'oxygène de l'eau et le chlore de l'acide se portent sur l'*anode*.

» pération. Placez l'épreuve dans un plat con-
» tenant une solution très-faible d'ammoniaque, et
» frottez légèrement sa surface avec du coton bien
» doux, jusqu'à ce que tout le dépôt ait disparu;
» plongez-la aussitôt dans l'eau distillée, puis, faites-
» la sécher avec soin. L'opération est alors terminée
» et l'on obtient une gravure parfaite du dessin ori-
» ginal, dessin qui donnera une épreuve *positive*,
» c'est-à-dire, dont les lumières et les ombres se-
» ront disposées comme dans la nature. Sous ce
» rapport, cette épreuve sera plus correcte que l'o-
» riginal, car elle ne sera pas renversée. Les carac-
» tères d'imprimerie sont dans leur position nor-
» male, ainsi que les côtés droit et gauche de la
» face, lorsqu'on opère sur un portrait. »

156. « Toutefois, la gravure des épreuves da-
» guerriennes offre une difficulté insurmontable. Si
» les plaques sont gravées assez profondément pour
» donner une bonne épreuve, quelques-unes des li-
» gnes les plus délicates de l'original se confondront
» nécessairement, et la beauté principale de ces dé-
» licieux dessins sera détruite. Mais si, au contraire,
» on n'a continué l'opération que pendant le temps
» nécessaire pour produire la gravure exacte de l'é-
» preuve, ainsi qu'on peut le faire parfaitement, le
» nettoyage que l'imprimeur lui fait subir, suffit pour
» détruire sa beauté et l'on n'obtient qu'une épreuve
» très-imparfaite, parce que les molécules de l'en-
» cre d'imprimerie sont trop grosses pour la profon-
» deur du trait gravé (1). »

(1) Voy. *Proceed. elec. soc.*, vol. I, p. 98.

157. Mais bien que le tirage de ces plaques soit accompagné de difficultés matérielles, la gravure n'en est pas moins parfaite. L'action des *anions* a produit l'œuvre la plus délicate, peut-être, qu'on ait jamais vue; quoique les difficultés du tirage demeurent insurmontables, l'électrotypiste possède le moyen de multiplier avec certitude les épreuves les plus délicates et les plus compliquées ; il pourra obtenir autant de copies métalliques parfaites qu'il le désirera. « Pour donner une idée de l'exactitude de » ces reproductions, je dirai que, dans un cas, je » pus lire distinctement, à l'aide du microscope, cinq » lignes tracées sur une enseigne qui, dans la plaque » électrotypique, avait un dixième de pouce de long » sur six centièm s de large. » (GROVE.)

158. Parmi mes lecteurs, il en est, sans doute, qui portent un grand intérêt à l'invention de M. Daguerre et possèdent peut-être quelques-unes de ses remarquables productions; ceux-là surtout admireront cette nouvelle découverte qui permet de multiplier promptement ces *chefs-d'œuvre de l'art.* Qu'on me permette d'employer cette expression, sans aucun doute la plus convenable, pour désigner un procédé enfanté par le contact magique de la science. Il est certain qu'aucun artiste ne peut produire des dessins aussi fidèles; mais la science a fait agir le doigt de la nature, et au lieu d'inscrire sur son œuvre : — Dessiné par *Ingres*, gravé par *Calamata*, elle y a tracé ces mots : — Dessiné par la *lumière* et gravé par l'*électricité* (1).

(1) Voy. à ce sujet le travail du professeur Grove.

NOTES DU TRADUCTEUR.

La découverte de l'électrotypie, faite en même temps à Saint-Pétersbourg par M. Jacobi, et par M. Spencer en Angleterre, produisit une vive sensation dans le monde savant; aussitôt que l'on connut les procédés opératoires, on chercha à les modifier, à les perfectionner, pour en faire de nouvelles applications. A la suite des inventeurs, vinrent les *sous-inventeurs* qui voulurent s'approprier une part de la gloire acquise par les premiers. En Angleterre, en France, on prit bon nombre de patentes ou de brevets, et cependant, personne ne s'avisait de faire une découverte fort intéressante qui devait renverser toutes les prétentions. En 1803, Brugnatelli *dorait parfaitement au moyen de la pile!* Les expériences de ce savant furent publiées dans un recueil italien, — *Annali di chimica.* — On en trouve également plusieurs dans le *Journal de Chimie et de Physique de Van-Mons*. C'est dans cet ouvrage que j'ai copié les passages suivants :

« La méthode la plus expéditive, pour réduire à
» l'aide de la pile, les oxydes métalliques dissous, est
» de se servir à cet effet, de leurs ammoniures. C'est
» ainsi qu'en faisant plonger les extrémités de deux
» fils conducteurs de platine, dans de l'ammoniure

» de mercure, on voit en peu de minutes, le fil du
» pôle négatif se couvrir de gouttelettes de ce métal,
» ou d'une couche de cuivre, si l'on opère avec de
» l'ammoniure de ce métal. . . . .
» . . . . Je me servis de fils d'or, pour réduire de
» cette manière l'ammoniure de platine que j'ai der-
» nièrement obtenu et examiné. Le platine ainsi ré-
» duit sur l'or, a une couleur qui tourne vers le
» noir; mais étant frotté entre deux morceaux de
» papier, il prend l'éclat de l'acier. Je fis usage de
» fils d'argent pour réduire l'or, ce qui réussit
» promptement. »

Mais ce document ne suffit pas, il faut quelque chose de plus positif. Je lis page 357 du même volume (1) : — « *J'ai dernièrement doré d'une*
» *manière parfaite* deux grandes médailles d'ar-
» gent, en les faisant communiquer à l'aide d'un fil
» d'acier, avec le pôle négatif d'une pile de Volta,
» et en les tenant, l'une après l'autre, plongées dans
» de l'ammoniure d'or nouvellement fait et bien sa-
» turé. »

Il est donc évident que la première idée de l'électrotypie, remonte à 1803, et qu'à cette époque, on était déjà parvenu à dorer d'une manière *parfaite.*

Je recommande aux commençants de s'exercer sur la solution cuivreuse avant de s'occuper de l'application des métaux précieux. Ils deviendront bientôt habiles, s'ils veulent prendre la peine de faire quel-

(1) Vol. v.

ques expériences préliminaires avec des fils de cuivre. Ils se rendront parfaitement compte des changements qui s'opèrent, soit lorsque le courant est trop fort ou trop faible, les conducteurs trop gros ou trop déliés, soit lorsqu'on les place trop près ou trop loin l'un de l'autre, etc. Enfin, ils parviendront sous peu à commander à l'appareil, et dès lors, ils éprouveront bien moins de difficultés à se servir des autres solutions qui deviendraient inutiles entre leurs mains, s'ils n'avaient fait ces études préparatoires.

M. Walker n'a fait qu'indiquer la structure de différentes batteries constantes que l'on a cherché à substituer à celle de Daniell, en se basant toujours sur le même principe. Je pense que les amateurs liront avec plaisir les renseignements plus étendus que je vais leur donner sur ces instruments.

La pile de Grove est composée d'une plaque de platine qui forme l'élément négatif, et d'une lame de zinc pliée de manière à embrasser le platine dans sa courbure. Les deux métaux sont séparés par un diaphragme poreux contenant de l'acide nitrique concentré. Ce couple voltaïque est plongé dans un vase de verre plein d'acide sulfurique ou hydrochlorique étendu. Cette batterie est assez puissante, mais elle présente des inconvénients : le gaz nitreux qui s'en échappe ne peut être respiré impunément, il attaque tous les corps métalliques qui se trouvent sur son passage ; aussi doit-on éviter avec soin, de faire usage de cette pile dans une pièce mal aérée ou dans laquelle se trouvent placés des instruments de fer ou

de cuivre. L'acide nitrique pénètre les tubes poreux et attaque énergiquement le zinc. On peut remédier en partie à ces inconvénients, en faisant usage de potasse au lieu d'acide nitrique.

La pile de Smee n'a été que succinctement décrite dans le cours de cet ouvrage, il est nécessaire de donner quelques instructions sur la manière de la construire.

On sait que cet instrument est composé d'une plaque de platine et d'une plaque de zinc, comme la pile de Grove. Le platine peut être remplacé par du palladium ou par de l'argent ; c'est de ce dernier métal que l'on fait ordinairement usage. Il faut d'abord rendre la surface de la plaque rugueuse, en la brossant avec un peu d'acide nitrique concentré ; puis, après l'avoir lavée, on la place dans un vase contenant de l'eau acidulée avec de l'acide sulfurique, à laquelle on ajoute quelques gouttes de chlorure de platine. Un vase poreux dans lequel on a préalablement versé de l'acide sulfurique dilué, est plongé dans le liquide et reçoit à son tour une lame de zinc. Aussitôt que la communication est établie entre les deux métaux, le platine est précipité à la surface de l'argent, sous la forme d'une poudre métallique noirâtre. La plaque d'argent retirée de l'appareil, est alors prête à jouer son rôle. On peut substituer le fer à l'argent ; et dans ce cas il suffit de frotter ce métal avec une petite quantité d'hydrochlorate de platine, pour obtenir aussitôt le dépôt noir pulvérulent. Le palladium et l'iridium joueraient le même rôle que le platine.

Lorsqu'on a préparé la plaque d'argent, il faut la disposer avec le zinc, de la manière indiquée dans le courant de cet ouvrage ; mais au lieu d'employer deux plaques de zinc réunies supérieurement par une pince à vis de pression, il vaut mieux se servir d'un seul morceau de zinc courbé comme dans la pile de Grove. Le seul liquide nécessaire pour exciter cette pile, est composé d'une partie d'acide sulfurique et de sept parties d'eau. On peut accroître la puissance de l'appareil, en augmentant la dose d'acide qui ne doit cependant jamais former plus du quart de la masse totale du liquide. L'addition de quelques gouttes d'acide nitrique, produit encore une augmentation d'intensité du courant, mais il pourrait attaquer l'argent, et il vaut mieux ne l'employer que lorsque la plaque négative est formée de platine platinisé. Il faut avoir soin de changer le liquide excitateur, ou d'ajouter de l'acide lorsque l'action se ralentit.

Dans le but d'utiliser le zinc quand il est trop usé pour servir dans sa batterie, M. Smee a imaginé d'en former une pile qu'il nomme *pile de débris* (*odds and ends battery*). Il place dans le fond d'un vase tous les fragments de zinc, et les couvre de mercure dans lequel il plonge un fil d'argent contenu dans un tube de verre, de manière qu'il ne communique par aucun point avec l'acide sulfurique étendu dont on remplit le vase. Ce fil d'argent est terminé supérieurement par une vis de pression. Une plaque d'argent platinisé est alors plongée dans le liquide le plus près possible du mercure, mais sans y toucher

en aucune manière; une seconde vis de pression fixée à cette plaque, complète cet appareil fort ingénieux et que les amateurs peuvent construire sans peine. Avec la *batterie de débris*, on ne perd plus de zinc ni de mercure; la moindre parcelle de métal devient utile, et je pense que les fabricants surtout ne sauraient se passer de cet appareil. Pour exciter l'action galvanique, on ne se sert que d'eau aiguisée d'un tiers d'acide sulfurique concentré. Il est même préférable d'employer un liquide moins acidulé, de crainte que le sulfate de zinc formé trop rapidement à la partie inférieure du liquide, n'enveloppe le métal placé au fond du vase, et n'arrête la marche de la pile.

Lorsqu'on fait usage de la pile de Smee, il faut éviter de laisser tomber quelque parcelle d'un sel de cuivre, de plomb, etc. dans le liquide excitateur, car le métal se porterait sur la plaque d'argent, et au lieu d'un élément de ce métal, on aurait une plaque de cuivre, etc. Dans le cas où l'on n'aurait pu éviter cet accident, il faudrait plonger la plaque dans de l'acide sulfurique étendu, auquel on ajouterait quelques gouttes de chlorure de platine.

M. Smee a remplacé l'argent ou le platine de sa pile, par du palladium, du cuivre argenté, du fer ou du *charbon de bois*, qu'il platinisait également.

Il est impossible de méconnaître les avantages que possède cette pile. Point de tubes poreux, d'acides purs ni de vapeurs délétères. La pile peut être maintenue en action pendant huit ou dix jours et plus, lorsqu'on a soin de renouveler l'acide. Il suffit pres-

que toujours d'amalgamer le zinc une seule fois. On la dispose en quelques instants et elle est d'un usage très-économique. On dore parfaitement de petits objets, au moyen d'un petit couple de Smee placé dans un verre à boire.

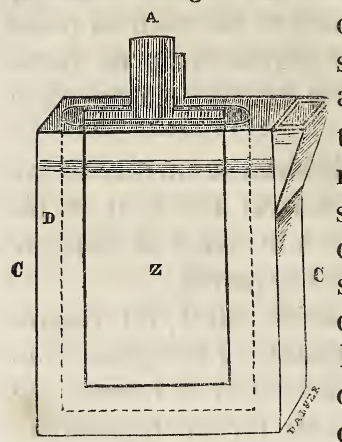
Les amateurs seront probablement curieux de savoir à quel instrument ils doivent donner la préférence; j'emprunterai encore à M. Smee la juste appréciation qu'il a faite de ces appareils.

« L'excellente pile de Daniell, dit-il, est remarquable par son action constante; l'énergique batterie de M. Grove, par son intensité; et la mienne, par sa simplicité et le peu de frais qu'elle occasionne. Aucun de ces instruments ne peut être considéré comme parfait, car il manque à chacun quelque qualité des autres; il faut donc espérer que l'on s'appliquera à les perfectionner, jusqu'à ce qu'on ait réuni en un seul tous les avantages qu'ils possèdent séparément. »

M. Becquerel a modifié la pile de Daniell de la manière suivante :

CC est un vase de cuivre qui a ordinairement $0^m,18$ à $0^m,20$ de hauteur, $0^m,14$ de largeur, et dont les deux grandes parois parallèles sont écartées de $0^m,03$ environ. Z est une lame de zinc de la même hauteur que le vase de cuivre et large d'environ $0^m,12$. Le diaphragme D est fait avec de la toile à voile et doit être construit de manière à recevoir facilement le zinc ; si ce métal était trop serré par la toile, le diaphragme serait bientôt couvert d'un dépôt abondant de cuivre et la pile ne fonctionnerait plus avec

la même énergie. Sur les côtés de l'auge de cuivre,



on soude deux petits goussets qui communiquent avec la cavité au moyen de trous percés dans les parois du vase. Ces goussets sont destinés à contenir les cristaux supplémentaires de sulfate de cuivre; deux oreilles A servent à établir la communication des conducteurs avec le zinc et le cuivre. On charge la pile absolument comme celle de Daniell, dont elle ne diffère au reste que par la forme.

Cette pile occupe fort peu de place; chacun peut construire les diaphragmes, l'élément positif est tout bonnement découpé dans une feuille de zinc et il est facile de se le procurer en tous lieux; mais le principal avantage, c'est que les deux faces du zinc sont utilisées et qu'on obtient ainsi une plus grande somme d'action.

Dans les piles de Daniell, telles qu'on les construit aujourd'hui, le zinc est trop mince et beaucoup trop éloigné du cuivre; j'emploie ordinairement un morceau de zinc roulé sur lui-même, contenu dans un diaphragme de toile à voiles; l'espace circulaire qui sépare les deux métaux n'a qu'un centimètre ou un centimètre et demi tout au plus. Par cette disposition, on augmente considérablement la puissance de la pile.

3. On peut remplacer le cylindre de cuivre de la pile de Daniell, par un cylindre de plomb sur lequel on fait déposer du cuivre de la manière qui a été indiquée précédemment. M. Sturgeon fait usage de vases de fonte; leur action est faible tant qu'ils ne sont pas couverts de rouille.

M.-Z.-J. Rockline emploie de la tôle ou du fer en barre, au lieu de zinc. Le D[r] Schubert, de Wurtzbourg, remplace ce métal par de la fonte de fer.

M. de La Rive a substitué le péroxyde de plomb à l'acide nitrique, dans les piles formées de zinc et de platine. Le péroxyde amené à l'état d'une poudre fine et sèche, est bien tassé dans le diaphragme poreux, autour du platine. Le professeur de Genève assure que, par ce moyen, il augmente presque du double la puissance des piles, mais cette énergie ne se soutient pas quand on met plusieurs couples en série. N'ayant pu essayer ce nouveau procédé, je me borne à l'indiquer à mes lecteurs en les engageant à le mettre à l'épreuve.

Quant au condensateur voltaïque de M. de La Rive, je ne pense pas qu'il soit possible de le construire d'après les indications que ce savant a communiquées à l'Académie des sciences, mais on en trouvera la description dans le supplément à la *Bibliothèque universelle de Genève* (2 juin 1843). Je n'ai pas reproduit cet article, parce que je ne pense pas que les amateurs cherchent à construire cet instrument, qu'ils trouveront bientôt chez tous les opticiens.

M. Bunsen est l'inventeur d'une pile dont les fa-

bricants font aujourd'hui le plus grand éloge. Cet instrument, importé récemment en France par M. Reizet, n'est autre chose que la pile de Grove dans laquelle on a substitué le charbon au platine. Un vase de verre reçoit un cylindre de charbon préparé, garni à sa partie supérieure d'un anneau de zinc auquel est soudée une tige sur laquelle on fixe le conducteur. A l'intérieur du cylindre de charbon, on place un diaphragme de porcelaine dégourdie qui reçoit à son tour un cylindre de zinc amalgamé, portant, comme le charbon, une tige à conducteur.

Dans le vase de verre, on verse de l'acide nitrique (azotique), et de l'eau acidulée dans le diaphragme.

Cette pile est d'un prix peu élevé, mais elle ne convient en aucune manière aux amateurs; le gaz nitreux qui se dégage constamment, a une fâcheuse influence sur l'économie et attaque tous les corps métalliques placés dans le laboratoire. Dans la séance du 6 mars 1843, M. Becquerel a communiqué à l'académie des sciences quelques observations sur la pile de Bunsen. Je crois ne pouvoir mieux faire que d'en extraire un ou deux passages qui feront connaître l'opinion de cet habile expérimentateur sur le nouvel instrument.

..... « D'après cet exposé, il n'y a réellement qu'une seule chose nouvelle dans la pile de M. Bunsen, c'est l'emploi d'un cylindre en coke au lieu d'une lame de platine, substitution qui, du reste, me paraît excellente. Quant à l'effet, à surfaces éga-

les, il doit être le même, puisque le platine, comme le charbon, forment l'élément non oxydable.

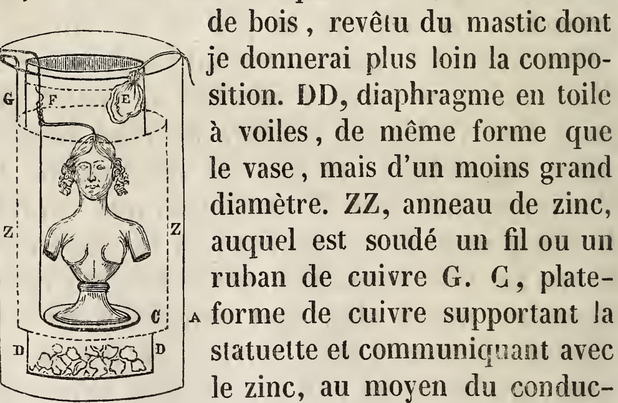
» Il est encore un point sur lequel je dois appeler l'attention des personnes qui veulent se servir de cet appareil : ce sont les effets d'endosmose qui ont lieu entre les deux liquides, par l'intermédiaire du diaphragme en terre poreuse ; et par suite desquels, les liquides venant à se mélanger, il arrive un point où le courant cesse d'être constant. Dans cette pile, le courant est dû à deux causes : 1° à l'action de l'eau acidulée par l'acide sulfurique sur le zinc, ce métal prenant l'électricité négative et l'eau acidulée l'électricité positive ; 2° à la réaction des deux dissolutions l'une sur l'autre, par suite de laquelle l'acide nitrique prend l'électricité positive. Ces deux causes, s'ajoutant, donnent plus d'énergie à la pile.

»..... D'après les observations que je viens de présenter, on voit que la pile de M. Bunsen ne diffère des piles à courant constant connues de l'Académie qu'en ce qu'on a substitué au platine plongeant dans l'acide un cylindre de coke beaucoup moins dispendieux, et que les diaphragmes sont plus rapprochés ; mais il est douteux que, en raison du dégagement de gaz nitreux, on la préfère dans les arts aux piles aujourd'hui généralement en usage, lesquelles, quand elles sont composées de douze couples seulement à large surface, au lieu de quarante, produisent les plus grands effets physiques et chimiques, sans qu'il y ait à craindre les effets délétères des vapeurs nitreuses. »

Je n'en finirais pas si je voulais indiquer toutes

les modifications qu'on a fait subir aux piles, surtout depuis la découverte de la galvanoplastie; il suffit d'avoir signalé les principales. Cependant il me reste encore quelques mots à dire sur cet intéressant instrument, appelé sans aucun doute à produire une révolution dans les sciences et surtout dans les arts.

Quand on veut métalliser une statuette, il ne faut pas songer à employer l'auge à décomposition, ou bien il faudrait faire usage d'un anode insoluble, et encore n'est-on pas sûr de réussir. L'appareil de Spencer, que l'on vend à Paris sous le nom d'*électrotype breveté*, convient mieux à ce genre d'opération; néanmoins je préfère l'appareil suivant, que tous les amateurs pourront construire sans le secours des ouvriers.



AA, vase circulaire de porcelaine, de verre ou de bois, revêtu du mastic dont je donnerai plus loin la composition. DD, diaphragme en toile à voiles, de même forme que le vase, mais d'un moins grand diamètre. ZZ, anneau de zinc, auquel est soudé un fil ou un ruban de cuivre G. C, plate-forme de cuivre supportant la statuette et communiquant avec le zinc, au moyen du conducteur F et de la pince de pression B. E, sachet contenant des cristaux de sulfate de cuivre et plongé dans la solution cuivreuse.

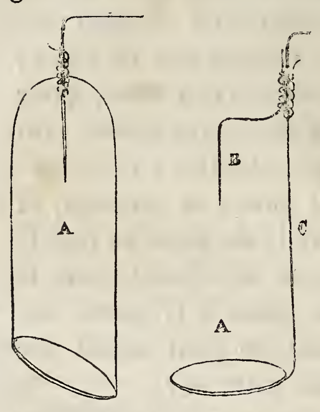
Lorsqu'on veut faire usage de cet appareil, on place le diaphragme, contenant une solution saturée de sulfate de cuivre, dans le vase de verre; on verse dans ce dernier assez d'eau salée, pour que les deux liquides soient au même niveau. On réunit alors le support de la statuette, au conducteur du zinc, à l'aide de la pince de pression, et on met le tout dans l'appareil, de manière que le zinc plonge dans l'eau salée, et la statuette dans le sulfate de cuivre, enfin, on place à la partie supérieure de ce dernier liquide, le petit sachet que l'on accroche au bord du vase extérieur.

Entre le diaphragme D et le vase A, doit exister un intervalle circulaire de 0^{m} 02. Le zinc placé dans cet intervalle ne doit pas toucher le diaphragme dont il est également distant dans tous les points de sa circonférence. Le diaphragme est proportionné aux dimensions de la statuette. La surface du zinc sera au moins égale à celle de l'objet qu'on veut recouvrir de cuivre; enfin, lorsque l'appareil sera monté, la statuette devra se trouver placée exactement au centre de l'anneau de zinc, et ne pas être trop éloignée des parois du diaphragme.

Les amateurs sont souvent embarrassés pour monter les statuettes sur le conducteur; voici le moyen que j'emploie, et qui me paraît préférable à tous les autres.

Je soude un fil de cuivre C à un disque A, taillé sur la forme du piédestal de la statuette; l'extrémité de ce fil est courbée comme on le voit dans la fi-

gure. J'enroule solidement sur ce conducteur, un autre fil métallique B terminé en pointe, et, après avoir bien décapé toutes les parties du cuivre qui doivent être en contact, soit entre elles, soit avec la statuette, je pose cette dernière, préalablement préparée, sur le disque, et je fais descendre le fil B, jusqu'à ce que la pointe vienne se fixer légèrement dans le plâtre. Quand la statuette est trop lourde pour être maintenue par un seul conducteur, je me sers de l'étrier A, que je soutiens avec une baguette de verre posée en travers et supportée par le bord du vase.



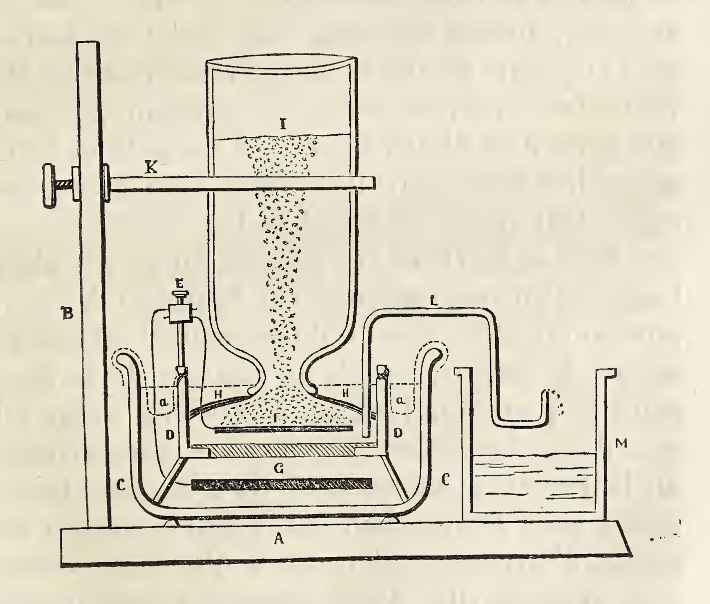
Si la pointe B a été fixée avec précaution dans le plâtre, le contact sera suffisant pour que le dépôt s'effectue; mais il sera toujours plus prudent de toucher le point de réunion, avec un pinceau imbibé de solution de nitrate d'argent.

Lorsque tout a été disposé avec soin, le cuivre se précipite sur la statuette avec une telle rapidité, qu'on n'a en quelque sorte pas le temps de suivre les progrès de l'opération. Il faut avoir soin de vernir exactement les conducteurs et toutes les parties métalliques; car le cuivre s'y porterait plutôt que sur la statuette, surtout lorsqu'on a fait usage de plombagine pour la métalliser.

Je ne pourrais terminer ce qui est relatif aux

piles, sans décrire la nouvelle disposition imaginée par M. Wynn (1).

» A, socle d'environ douze pouces carrés, auquel est solidement fixé le montant B ; CC, vase de terre ; DD, manchon de bois supporté par trois pieds, dont deux seulement sont visibles, et qui ont environ un pouce de longueur ; le fond de ce manchon, d'un quart de pouce d'épaisseur, est formé de plâtre de Paris. E, vis de pression fixée sur le bord du manchon, destinée à maintenir en contact les conducteurs de la pile. F, plaque de zinc ; G, objet sur



lequel on veut déposer du cuivre ; HH, soucoupe

(1) Voy. *Mechanic's Mag.*, janvier 1843.

percée d'un trou central d'environ trois quarts de pouce de diamètre. Cette soucoupe doit entrer facilement dans le manchon ; elle est supportée au-dessus de la plaque de zinc, par trois petites chevilles fixées au manchon. I, fiole maintenue par l'anneau K ; son col repose sur l'ouverture de la soucoupe ; L, siphon de verre qui pénètre dans le manchon DD, par une ouverture pratiquée sur le bord de la soucoupe. M, vase destiné à recevoir la liqueur qui s'écoule par le siphon. Les lignes ponctuées *aa*, représentent la disposition d'un morceau de tulle ou de mousseline de trois ou quatre pouces de large, attaché fortement par un de ses bords, dans la rainure pratiquée sur la circonférence de D ; l'autre bord, renversé sur le vase extérieur CC, peut être garni d'un fil métallique ou d'une baleine. Cette mousseline forme donc une poche continue ou une rigole, tout autour du manchon DD.

» Pour se servir de cet appareil, on met en place l'objet qu'on veut reproduire et la plaque de zinc, puis on remplit le vase CC d'une solution saturée de sulfate de cuivre, jusqu'à la hauteur de la ligne ponctuée ; ensuite, quelques cristaux du même sel sont placés dans le sac de mousseline, pour maintenir la liqueur au même degré de saturation. Remplissez alors le manchon DD, jusqu'au niveau du sulfate, d'un mélange d'une partie d'acide sulfurique et de trente parties d'eau ; amorcez le siphon avec le même liquide, et mettez-le en place. Vous pourrez alors disposer sur le zinc, la soucoupe et la fiole remplie d'une solution d'acide sulfurique absolument

semblable à la précédente. Le gaz hydrogène produit par l'action du zinc, s'accumulera sous la soucoupe et pénétrera dans la fiole I, d'où elle chassera l'eau acidulée qui viendra remplacer le liquide épuisé contenu dans le manchon. La fiole I ne tardera pas à se remplir d'hydrogène.

» On voit par ce qui précède, que le principal mérite de cette invention, est l'application d'un réservoir qui fournit au zinc du liquide nouveau à mesure que l'autre s'épuise, de manière qu'on maintient constamment la force primitive de la solution sulfurique, en même temps que l'on conserve le gaz hydrogène, qui est perdu dans les autres appareils, et qui devient plus précieux depuis la découverte de la soudure autogène, » etc.

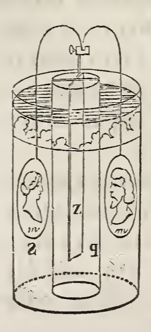
On a dû reconnaître tout d'abord, que cet appareil est un électrotype de Spencer auquel M. Wynn, guidé par le souvenir de la pile primitive de Daniell, a très-ingénieusement adapté un réservoir d'eau acidulée qui joue en même temps le rôle de récipient pour le gaz.

M. Wynn conseille de placer d'abord l'objet et le zinc, puis de verser le sulfate de cuivre, et enfin l'eau acidulée. Cette marche est vicieuse, car l'objet se trouve plongé dans le sulfate, avant qu'il y ait aucun développement d'électricité, et l'on n'ignore pas qu'on ne doit jamais procéder de la sorte : il vaut mieux, après avoir placé le modèle et le zinc, verser l'eau acidulée; et en dernier lieu, le sulfate de cuivre.

M. Sorel a fait usage d'une pile sans diaphragme,

dont on excite l'action au moyen d'un seul liquide. Elle plaira aux amateurs par sa simplicité. Cette pile se compose d'un vase de cuivre cylindrique, dans lequel on place un cylindre de zinc amalgamé supporté par un morceau de bois ou de verre qui l'isole du cuivre. On charge l'appareil avec de l'eau acidulée.

Lorsqu'on veut reproduire de petits objets, tels que des médailles, des empreintes prises sur des camées, etc., on peut simplifier l'appareil de Daniell de la manière suivante. Placez le diaphragme P dans un vase de verre ou de faïence, contenant le sulfate de cuivre S; fixez le conductenr à la médaille *m*, et établissez la communication avec le zinc Z; fermez enfin le courant en plongeant la médaille dans le sulfate de cuivre. Cette modification dispense de l'usage du vase de cuivre; si l'on a préparé plusieurs moules, on peut les reproduire simultanément en faisant communiquer tous les conducteurs avec le zinc.

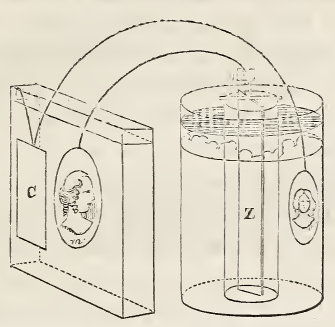


M. Charles Chevalier a donné dans ses *Nouvelles instructions sur l'usage du daguerréotype* (1), la description d'un appareil fort simple employé par M. Tito Puliti de Florence. Les amateurs peuvent le construire sans le secours des ouvriers, et je ne doute pas qu'ils n'en fassent usage dans un

(1) Chez l'auteur, Palais-Royal, galerie de Valois, 163. M. Charles Chevalier se charge de la construction de tous les appareils électrotypiques.

grand nombre de cas. C'est avec cet appareil que M. Charles Chevalier est parvenu le premier, à reproduire en cuivre une épreuve photogénée. Cette expérience intéressante fut faite en commun avec MM. Richoux et Krammer (1).

Lorsqu'on ne tient pas à opérer rapidement, l'appareil inventé par M. Mason et représenté dans la figure, est, de tous, le plus économique. On emploie un vase contenant le sulfate, le diaphragme et le zinc; l'auge à décomposition est aplatie et reçoit la médaille *m*, qui communique avec le zinc Z. Une



seconde médaille plongée dans le sulfate de cuivre de la pile, est unie par son conducteur à une plaque de cuivre C, disposée en face de la médaille de l'auge. On obtient ainsi deux livres de cuivre avec une livre de zinc, mais il faut que le diaphragme soit très-mince.

Quand on veut faire simultanément un grand nombre de médailles, on emploie une auge aplatie, au milieu de laquelle est fixée une feuille de cuivre

(1) Voir le journal *l'Artiste* du 7 février 1841.

qui communique avec la plaque négative de la pile. De chaque côté de cette feuille, on place autant de moules qu'on veut en reproduire, en faisant communiquer tous les conducteurs avec le zinc.

M. W. Fraser a imaginé un procédé très-ingénieux pour reproduire des empreintes prises avec la cire à cacheter. L'appareil de M. Fraser est composé d'un vase cylindrique de verre ou de porcelaine, d'un diaphragme de bois poreux et d'un cylindre de zinc placé dans ce diaphragme. Le vase de verre contient du sulfate de cuivre; on verse de l'eau salée dans le diaphragme. Une tige métallique, soudée au zinc et recourbée, supporte un anneau de cuivre qui entoure le zinc sans toucher le sulfate de cuivre. On découpe dans une feuille de cuivre mince, des disques terminés par une queue; en d'autres termes, de petites spatules dont le disque doit être un peu plus grand que l'empreinte qu'on veut reproduire. Sur ce disque, préalablement chauffé, on fait fondre de la cire à cacheter fine qu'on recouvre d'une feuille d'or battu. Il faut alors appliquer le cachet ou la gravure, sur la feuille d'or et comprimer fortement. Si la cire n'était pas assez molle, il suffirait de promener le disque de cuivre sur la flamme d'une lampe à l'esprit-de-vin, avant de prendre l'empreinte. La feuille d'or doit être assez large pour déborder la cire, et venir s'appliquer sur le cuivre, de manière que le fluide galvanique passe librement de la spatule à la surface de l'empreinte. On vernit exactement toutes les parties du cuivre qui doivent plonger dans le sulfate, et on recourbe l'extrémité de

la spatule en forme de crochet. Cette extrémité, ainsi que l'anneau de cuivre dont j'ai parlé précédemment, seront bien nettoyés au papier de verre. Pour mettre l'appareil en action, il suffira d'accrocher les spatules sur l'anneau ; le courant s'établira aussitôt, et les empreintes ne tarderont pas à être recouvertes de cuivre. On peut ainsi disposer une douzaine d'empreintes qui, au bout de trois ou quatre jours, seront revêtues d'une couche de cuivre assez épaisse pour servir en guise de cachet. Ordinairement on monte ces cuivres sur des manches de bois, comme les cachets ordinaires.

M. Woolrich a décrit, dans le *Mechanic's Magazine*, du mois de février ou mars de cette année, un appareil électro-magnétique, au moyen duquel on dore et en argente les métaux ; il a également indiqué dans le même recueil, la composition des liquides dont il fait usage. N'ayant pu répéter ces expériences, je me borne à indiquer les sources où les curieux pourront puiser.

M. Ch. Chevalier a modifié la disposition des conducteurs de la pile de Daniell, d'une manière très-ingénieuse. Deux tiges mobiles, portant des vis de pression et maintenues elles-mêmes par des vis semblables, permettent de placer les conducteurs dans toutes les positions, sans jamais leur faire subir la moindre torsion.

La nécessité d'employer des diaphragmes, est un des principaux inconvénients des piles à action constante. En effet, les diaphragmes s'altèrent presque tous en peu de temps, et parfois on ne peut s'en

procurer de nouveaux au moment où l'on a besoin de faire une expérience. J'ajouterai que, quelle que soit leur nature, ils ne remplissent pas toujours fidèlement le rôle qu'on leur attribue.

M. Walker indique le procédé à suivre pour faire des diaphragmes de plâtre de Paris, qui sont d'un assez bon usage, mais ils se ramollissent et se cassent facilement. Ceux en terre poreuse sont sans contredit les meilleurs, et j'en recommande particulièrement l'emploi (1).

Les diaphragmes de porcelaine dégourdie ou de terre de pipe, ne me semblent pas aussi efficaces; ils donnent une action énergique, mais le mélange des dissolutions se fait trop vite. Cependant on peut en faire usage pour la plupart des expériences galvanoplastiques. Je n'engage pas les amateurs à se servir du gros papier brun anglais; il est rare qu'on puisse l'employer plusieurs fois, quoiqu'on ait avancé le contraire. Je préfère la vessie, qui ne vaut pourtant pas grand'chose. M. Becquerel a proposé de faire des diaphragmes avec du cuir tanné, de trois à quatre millimètres et plus d'épaisseur, mais non préparé avec des graisses. On les fait bouillir dans de l'eau salée, et on ne les laisse pas sécher avant d'en faire usage.

La toile à voiles (2) très-serrée forme des diaphragmes excellents. Tout le monde peut les con-

(1) N'ayant pu s'en procurer à Paris, M. Ch Chevalier en a fait venir un grand nombre de Londres.

(2) Ce n'est pas de la toile à voiles, mais celle dont on se sert pour confectionner les seaux et réservoirs à incendie.

struire, et, si on les fait tremper pendant une heure avant de les employer, ils retiennent parfaitement le liquide. Je me sers habituellement de ces diaphragmes, et je crois que les amateurs en adopteront l'usage dès qu'ils les auront essayés.

Je dois encore citer ici le nom de M. Becquerel, que l'on retrouve toujours lorsqu'il s'agit de progrès imprimés à la science électrique. Ce savant a construit des diaphragmes composés de différentes substances, et qui semblent supérieurs à tous ceux que je viens de passer en revue.

« On prend, dit l'auteur, un sac en toile à voiles, que l'on remplit à moitié ou aux deux tiers d'argile en pâte demi liquide; l'on introduit dedans un cylindre à minces parois en porcelaine dégourdie, de manière qu'il se trouve au milieu du sac, et que l'argile vienne au niveau du diaphragme, dont le diamètre doit être assez grand pour que l'épaisseur de l'argile soit partout de un à deux centimètres. Au moyen de cette disposition, on a tous les avantages d'un diaphragme cylindrique et d'argile, attendu que l'action est uniforme, et qu'on n'a pas à craindre d'endosmose, du moins d'une manière assez sensible pour nuire aux résultats. »

Je ne parlerai pas des diaphragmes de bois mentionnés dans l'ouvrage de M. Walker.

En résumé, les diaphragmes qui coûtent le moins cher, que les amateurs peuvent faire eux-mêmes, et que l'on nettoie le plus facilement, sont ceux en toile à voiles; viennent ensuite ceux en plâtre de mouleur, dont la confection exige l'emploi d'un moule; enfin

les diaphragmes de terre poreuse sont ceux que je préfère ; mais il n'est pas toujours facile de s'en procurer et leur prix est assez élevé comparativement à celui des autres.

Il faut toujours plonger les diaphragmes de plâtre ou de terre poreuse dans un vase plein d'eau, et les y maintenir jusqu'à ce que tout le sulfate dont ils sont imprégnés soit complétement dissous ; si l'on négligeait cette précaution, il pourrait se former dans le plâtre, des cristaux de sulfate de cuivre qui affaibliraient les parois des diaphragmes.

Au moment de mettre sous presse, on me communique la note suivante extraite du *Mechanic's Magazine,* du 24 juin 1843, et signée C. W.

« On a proposé pour les diaphragmes, un grand nombre de substances, parmi lesquelles on emploie ordinairement les membranes animales, le papier, le plâtre de Paris, le bois et la terre poreuse, qui ont tous quelque défaut qui vient troubler l'opération. J'ai découvert qu'un diaphragme métallique l'emporte de beaucoup sur tous les autres. Il s'oppose au mélange du liquide, et permet au fluide galvanique de circuler sans obstacle, conditions qu'il était impossible d'obtenir avec les autres diaphragmes.

» Lorsque les liquides n'attaquent pas le cuivre, je l'emploie de préférence, mais lorsqu'on fait usage d'acide nitrique, par exemple, pour la batterie de Grove, je me sers de cuivre doré ou platiné sur la face qui est en contact avec le liquide ; ou bien encore, je construis mon diaphragme en fonte de fer sur laquelle l'acide nitrique n'exerce qu'une faible action.

» La seule précaution qu'il soit nécessaire de prendre quand on fait usage d'un diaphragme métallique, est d'empêcher qu'il se trouve en contact avec le zinc ou le cuivre, etc., de la pile, parce qu'il s'établirait alors une action locale qui nuirait à l'effet général. »

Il est quelquefois nécessaire d'obtenir le cuivre ou l'argent en poudre; dans ces derniers temps, on a employé la poudre d'argent pour rendre conducteurs les moules de cire, de plâtre, etc. Il suffit de précipiter le cuivre d'une solution bouillante de sulfate, au moyen du zinc distillé; de séparer le cuivre du zinc par l'action de l'acide sulfurique étendu; et enfin, de sécher le métal à une douce chaleur.

On précipite l'argent, en faisant bouillir le chlorure récemment préparé, avec de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, et du zinc.

L'emploi de la plombagine est accompagné de certains inconvénients dont le moindre est d'altérer la finesse du moule. Je préfère de beaucoup le procédé proposé par M. Spencer. Presque tous les corps non métalliques, le bois, le plâtre, etc., peuvent être soumis à cette préparation qui n'altère en aucune manière la pureté et la finesse de l'original.

On fait usage de deux substances dont la préparation est très-facile : la térébenthine ou l'alcool phosphoré, et une faible solution de nitrate d'argent. Pour préparer la première, mettez un morceau de phosphore dans une petite fiole contenant de l'essence de térébenthine ou de l'alcool rectifié, plongez la fiole dans de l'eau bien chaude, pendant quelques minutes, et agitez-la de temps en temps. Le phos-

phore ne tardera pas à se fondre et à se mêler au liquide qui sera prêt alors pour l'usage auquel on le destine. Cette préparation doit être conservée dans un flacon bien bouché.

Lorsqu'on veut métalliser un objet, on verse une certaine quantité de solution de nitrate d'argent, dans un vase à fond plat, et on y plonge la surface travaillée du modèle, pendant plus ou moins de temps, selon qu'il est formé d'une substance plus ou moins poreuse. Quand le travail est très-compliqué, que le relief est prononcé, on a soin de faire pénétrer le liquide dans les cavités, au moyen d'un pinceau doux; mais il faut avoir bien soin de retirer le modèle aussitôt qu'il est imprégné. Versez ensuite quelques gouttes de la préparation phosphorée, dans une capsule que vous chauffez doucement sur un bain de sable; et dès qu'il commence à s'en échapper des vapeurs, exposez à leur action le moule imprégné de nitrate : il change aussitôt de couleur et passe du brun au gris et au noir plus ou moins foncé. L'argent est mis à nu sur toute la surface du plâtre; il ne reste plus alors qu'à fixer un conducteur au moule, de la manière suivante.

On pourrait faire pénétrer le fil métallique dans le moule même, mais on risquerait de l'endommager et il vaut mieux le fixer à un morceau de bois sur lequel on pose le moule préparé, de manière qu'il soit en contact avec le conducteur; puis on les touche tous deux, d'abord avec un pinceau trempé dans le nitrate, et lorsque le liquide est sec, avec un autre pinceau chargé d'alcool phosphoré. Il faut ac-

tuellement revêtir d'une couche de vernis, la petite tablette de bois, le conducteur, en un mot toutes les parties sur lesquelles on ne veut pas laisser déposer le métal ; l'objet pourra aussitôt être soumis à l'action galvanique.

On dissout quelquefois le phosphore dans l'éther sulfurique, et on substitue une solution de chlorure d'or à celle de nitrate d'argent.

Pour préparer de petits objets, tels que des médaillons de plâtre, il suffit de les fixer avec un peu de cire, dans le fond d'un verre que l'on place sur la capsule, ou même de les exposer tout simplement à la vapeur phosphorique ; mais quand l'objet est plus grand, il faut le suspendre sous une cloche de verre ou de bois. J'emploie ordinairement pour préparer des médaillons, un entonnoir de verre dans lequel est fixé un disque de bois revêtu de cire ; le disque est maintenu au moyen d'un lien que l'on fait passer par le bec de l'entonnoir, sur lequel il est fixé.

Cet appareil fort simple permet de préparer simultanément plusieurs médailles.

On pourrait utiliser la propriété que M. Kulhmann a reconnue au silicate de potasse, de durcir le plâtre, pour rendre les médaillons et les statues moins perméables et moins fragiles. Il faudrait gâcher le plâtre avec une solution faible de silicate ou bien y tremper l'objet moulé et le laisser ensuite bien sécher avant de le métalliser avec le nitrate d'argent. Je regrette de n'avoir pu terminer les expériences que j'ai entreprises à ce sujet, mais les résultats que j'ai obtenus suffisent pour me faire espérer un succès complet.

M. Meillet a reproduit dans la Revue scientifique du mois de septembre 1842, le procédé de Spencer ; mais je trouve dans l'article de M. Meillet quelques renseignements qui me paraissent utiles et que je crois devoir communiquer aux amateurs.

— Quand on veut appliquer le nitrate d'argent sur des substances grasses, on ajoute de la gomme arabique au nitrate.

— On peut remplacer l'alcool phosphoré par le gaz hydrogène que l'on fait arriver sur l'objet placé sous une cloche.

— Le même effet peut être produit en plongeant l'objet humecté de nitrate d'argent, dans une solution étendue de sulfure de potasse.

— Les solutions et les précipitations peuvent varier à l'infini. Ainsi on peut employer des sels de plomb, de mercure, suivant qu'ils paraîtront plus avantageux.

— L'action des rayons solaires ou de la chaleur, suffit pour révivifier l'argent sur les pièces qui peuvent la supporter. M. Meillet recommande de laisser bien sécher chaque couche de liquide que l'on applique sur les modèles.

La partie la plus importante de la dorure ou de l'argenture, est, sans contredit, le décapage. On ne saurait prendre trop de précautions pour que les pièces sur lesquelles on opère soient parfaitement nettoyées ; il faut que le métal soit débarrassé de tous les corps étrangers qui s'attachent à sa surface pendant les diverses opérations qu'on lui fait subir pour le façonner.

Quand les pièces à dorer sont nouvelles, qu'elles n'ont pas servi, par exemple lorsqu'on opère sur des bijoux de cuivre, on peut se contenter de les décaper purement et simplement dans le liquide dont je donnerai plus bas la formule; mais si ces bijoux ont été fabriqués depuis quelque temps, et surtout si on les a maniés fréquemment, ou qu'on les ait laissés traîner sur les établis, il faut leur faire subir une double opération : le dérochage d'abord, le décapage en dernier lieu.

Il existe deux procédés de dérochage. 1° On nettoie bien l'objet, soit avec de la terre pourrie et du savon noir, soit avec une eau légèrement acidulée par l'acide hydrochlorique, et de la ponce ou des os calcinés réduits en poudre impalpable, et on le fait ensuite bouillir dans de l'eau contenant une petite quantité d'acide sulfurique. Ce dérochage est surtout applicable aux objets soudés à l'étain, parce que la soudure ne pourrait résister à l'action de la vive chaleur que réclame le second procédé. 2° On nettoie bien la pièce et on la pose sur un feu clair. Lorsqu'elle a atteint le rouge-brun, on la retire et on la laisse refroidir. Elle prend peu à peu un ton gris-de-fer; on la jette alors dans de l'acide sulfurique étendu, et on l'y laisse séjourner jusqu'à ce qu'elle prenne une couleur rouge. L'opération marchera plus vite si l'on fait bouillir le liquide.

Pour décaper, on prépare le liquide suivant :

Acide nitrique. . . . . 2 parties.
id. sulfurique. . . . 1 id.

Suie grasse, sel commun, de chaque une partie.

Les pièces à décaper, sortant du dérochage, sont attachées à un fil métallique et agitées pendant quelques secondes dans ce liquide, d'où elles sortent brillantes et débarrassées de tout ce qui pouvait adhérer à leur surface; il faut promptement les laver à grande eau et les soumettre aussitôt à l'action galvanique, soit dans un bain d'or, soit dans un bain d'argent.

Mais on comprend qu'il ne serait pas prudent de soumettre à ces opérations, des médailles précieuses, ou même des reproductions; car, quelles que soient la promptitude et l'habileté de l'opérateur, il risque de détruire la finesse et surtout le beau poli de l'épreuve. Quand la médaille sort de l'appareil, il suffit de la nettoyer avec une brosse douce et un mélange de terre pourrie; de savon, et, lorsqu'on l'a bien lavée à grande eau, on la place dans le bain métallique.

L'action galvanique elle-même peut être employée pour nettoyer les pièces à dorer; on comprendra bien vite comment il faut s'y prendre, si l'on a lu attentivement l'article *Gravure galvanique*. En effet, suspendez l'objet en guise d'anode, en face d'un morceau de cuivre ou d'argent (suivant le métal sur lequel vous opérez), et il se formera une couche légère d'oxyde qu'il suffira de laver exactement pour obtenir une surface parfaitement décapée. Mais il ne faut laisser l'objet dans l'appareil que pendant quelques instants, pour ne pas altérer trop profondément sa surface.

Au reste, qu'on ne se laisse pas décourager par les insuccès; ce n'est souvent qu'après un certain

nombre de tentatives infructueuses, que l'on parvient à obtenir un nettoyage parfait, quel que soit d'ailleurs le procédé que l'on mette en usage.

J'ai parfois recours au moyen suivant pour décaper et cuivrer le fer ou l'acier.

Une petite lame de zinc est plongée dans un liquide composé d'une partie d'acide sulfurique et de vingt parties d'eau. L'objet qu'on veut décaper, auquel on attache un fil métallique, est immergé en second lieu et mis en contact avec le zinc au moyen du fil. Au bout de quelques instants on retire la pièce, on la met en contact avec le zinc et on plonge le tout dans une solution saturée de sulfate de cuivre, aiguisée d'un vingtième d'acide sulfurique, puis on la lave et on la soumet aussitôt à l'action galvanique, soit pour épaissir la couche de cuivre, soit pour la revêtir d'or ou d'argent. Il ne faut pas laisser séjourner le fer dans l'eau acidulée, plus de cinq ou six minutes.

Ce procédé a de l'analogie avec celui qu'emploie M. Elkington.

Je me suis imposé la tâche de faire connaître toutes les modifications ou les perfectionnements que j'ai pu recueillir sur la galvanoplastie. L'un des objets les plus intéressants, est, sans contredit, la composition des liquides qu'on emploie pour dorer et argenter. Je reçois à l'instant une petite brochure publiée à Lyon, traduite de l'allemand de Roessler par le docteur Mayer (1). On y trouve la compo-

(1) *Guide pratique pour dorer et argenter*, etc.

sition de ce que l'auteur nomme les *essences d'or et d'argent*, qui lui a été indiquée par le professeur Boettger. Ces *essences* sont à peu près semblables aux solutions dont M. Walker donne la formule dans le traité qui précède ces notes, seulement M. Roessler emploie les chlorures d'or et d'argent au lieu des oxydes de ces métaux.

« Il convient, dit M. Roessler, de ne pas laisser l'objet à dorer, en le trempant la première fois, trop long-temps exposé au courant galvanique ; il faut en général ne laisser les objets que quelques minutes tout au plus dans la solution, les laver ensuite dans un vase particulier contenant de l'eau et les essuyer avec un linge fin ou avec une brosse. En trempant, lavant et essuyant à plusieurs reprises, on a parfaitement en son pouvoir l'augmentation des couches d'or, » etc.

Voici la formule du liquide qui a donné à M. Becquerel les plus beaux résultats pour la dorure.

« On fait une dissolution avec 1 gramme de chlorure d'or sec, 10 grammes de cyano-ferrure jaune de potassium et 100 grammes d'eau distillée ; on filtre pour séparer le cyanure de fer, puis on ajoute encore 100 grammes d'une solution saturée de cyanure jaune. Ce mélange, employé à la dorure, a donné un mat terne ; en étendant la solution de son volume d'eau, et même de deux volumes, on obtient un mat clair.

» En général, le ton varie selon que la solution est plus ou moins étendue : il est d'autant plus beau qu'elle est plus étendue et qu'elle renferme moins de fer....... Pour faire paraître le mat, il suffit de

laver la pièce avec de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique, et de frotter légèrement avec un linge pour enlever les dépôts non adhérents. »

Brevet accordé à M. Edmond Turck, orfévre, pour certains perfectionnements dans les moyens de revêtir d'argent divers métaux et alliages. Enregistré en décembre 1842. — (*The London's Journal and Repertory of Arts*, etc., *juillet* 1843.)

« Cette invention consiste dans l'emploi de l'un des deux carbonates d'ammoniaque (sesquicarbonate et bicarbonate) pour la composition des liquides dont on se sert pour argenter. On pratique ordinairement cette opération sur le cuivre, ses alliages, et surtout sur l'argent allemand. La solution dont l'inventeur de ce procédé fait usage est composée de sesquicarbonate ou de bicarbonate d'ammoniaque et d'un sel d'argent qui varie suivant le métal ou l'alliage que l'on veut revêtir. On se sert pour l'argent allemand ordinaire, d'une solution de bicarbonate d'ammoniaque et de sulfate d'argent ; et pour le cuivre ou l'argent allemand de première qualité, d'une solution de bicarbonate d'ammoniaque et de cyanure d'argent.

» On prépare le liquide en faisant dissoudre 70 parties en poids de bicarbonate d'ammoniaque, dans de l'eau distillée, et en ajoutant 56 parties (poids) de sulfate d'argent, ou 134 parties (idem) de cyanure d'argent, et en faisant bouillir la liqueur jusqu'à ce que le sel d'argent soit entièrement dissous ; la force de la solution, c'est-à-dire, la quantité d'eau, dé-

pend de la puissance de la batterie galvanique. La solution la plus forte dont l'inventeur ait fait usage pour revêtir l'argent allemand ordinaire, était composée d'une demi-once de sulfate d'argent et de 107 grains de bi-carbonate d'ammoniaque, dissous dans une pinte d'eau distillée. Il emploie de préférence la batterie de Daniell modifiée.

» Avant d'argenter l'objet il faut le laisser plonger pendant deux ou trois heures dans une solution aqueuse de carbonate de potasse froide, le laver à l'eau également froide, et le tremper ensuite dans de l'acide nitrique étendu, dont la force sera proportionnée à la nature du métal. Après l'avoir lavé et séché on le frotte avec de la terre pourrie ou avec un morceau de peau, et immédiatement avant de l'immerger dans le liquide on le trempe dans une solution de sel commun à laquelle on ajoute un peu de gomme.

» Il est facile de reconnaître le titre de l'argent allemand, d'après l'aspect qu'il présente en sortant de la solution d'acide nitrique ; les qualités supérieures restent parfaitement blanches, tandis que les autres prennent une teinte plus ou moins foncée. »

— Il faut agir très-lentement lorsqu'on veut dorer ou argenter ; si le courant est trop énergique, le dépôt est jaunâtre, peu adhérent, et quand la pièce est retirée de l'appareil elle a plutôt l'apparence du plâtre ou d'une terre jaune, que celle de l'argent ou de l'or mat. En employant l'appareil de Daniell (1),

(1) Je n'ai pas besoin de rappeler que l'appareil galvanique doit toujours être proportionné aux dimensions de l'ob-

chargé d'une solution saturée de sulfate de cuivre et d'eau salée, et des conducteurs très-minces, on est presque sûr de réussir. Néanmoins, ce n'est qu'après quelques essais que l'on parvient à opérer avec certitude. Loin de décourager l'opérateur, l'insuccès des premières tentatives doit exciter chez lui le désir de surmonter les difficultés.

M. Smee donne les proportions suivantes pour la composition du bain de cuivre.

Faites dissoudre 500 grammes de sulfate de cuivre dans 2 kilogrammes d'eau, et ajoutez au liquide un tiers environ de son velume d'acide sulfurique étendu (une partie d'acide sulfurique pour huit d'eau). Cette solution convient surtout lorsqu'on agit sur des objets qui ne sont pas conducteurs par eux-mêmes. On peut encore diminuer la dose d'acide sulfurique étendu et ajouter un peu d'acide nitrique; on augmente ainsi la conductibilité du liquide.

Lorsque la plaque ou l'objet que l'on veut copier, est formé d'un métal plus oxydable que le cuivre, on ne peut faire usage d'une solution acide; le liquide doit être neutre. Le cyanure de cuivre et de potassium devra être préféré. On le prépare en faisant bouillir l'oxyde de cuivre dans le cyanure de potassium; ou bien encore, en agissant au moyen de l'électricité sur une plaque de cuivre fixée au pôle positif d'une pile et plongée dans une solution de cyanure de potassium. Le sel qu'on obtient par l'évaporation, est sous la forme de petits cristaux blancs.

jet à dorer. Un seul couple de Daniell est plus que suffisant pour les plus grandes médailles.

Toutes les fois qu'on voudra dorer ou argenter du fer ou de l'acier sur lesquels il est nécessaire de déposer préalablement une couche très-légère de cuivre, on devra faire usage du cyanure de cuivre et de potassium.

Pour platiner, on opère comme pour dorer; mais l'opération est plus difficile. Il faut employer l'hydrochlorate de platine, neutralisé par l'addition d'une quantité suffisante de soude. L'objet à platiner sera bien poli et nettoyé parfaitement avec la potasse. Comme on se sert habituellement d'une pile de Smee pour platiner, on fixe un fil mince de platine à l'élément d'argent, et on le fait plonger dans la partie supérieure du liquide contenu dans l'auge à décomposition. Quand on a établi la communication entre le zinc de la pile et l'objet à platiner on plonge ce dernier dans la solution, où il est recouvert de métal en quelques minutes. — Le courant galvanique ne doit pas être trop énergique.

On s'est beaucoup occupé, en Angleterre, de la dorure au trempé; dernièrement encore, M. Talbot a obtenu plusieurs brevets pour des procédés nouveaux. Comme la plupart de ces inventions consistent dans la composition de nouveaux liquides, dont on peut également faire usage avec la pile, je m'empresse de les faire connaître à mes lecteurs.

Le premier perfectionnement consiste à employer l'acide gallique ou un liquide qui contienne une certaine proportion de cet acide, ou une substance analogue, pour faciliter la précipitation des métaux.

On ajoute de la solution aqueuse, alcoolique ou

éthérée d'acide gallique, dans une solution d'or, d'argent ou de platine, et l'on y plonge une plaque de métal bien propre, jusqu'à ce qu'elle soit revêtue d'une couche métallique suffisante.

2° On plonge l'objet préalablement nettoyé, dans une solution de chlorure d'argent récemment précipité et d'hyposulfite de soude ou de tout autre hyposulfite liquide.

On peut obtenir le métal en couches plus épaisses, en soumettant ces liquides à l'action d'une pile galvanique. Il est bien entendu que l'anode sera toujours de même nature que le métal de la solution.

Les métaux qu'on peut recouvrir par ce moyen, sont : le cuivre, le bronze, l'argent, l'argent allemand, le fer et l'acier (ces deux derniers réussissent moins bien).

3° En ajoutant de l'acide borique à une solution de chlorure d'or, on obtient une plus belle dorure qu'en faisant usage du chlorure seul. On peut associer l'acide borique à toutes les autres solutions d'or.

4° Lorsque les objets conservent une teinte foncée par suite de leur immersion dans un bain d'or qui n'a pas été convenablemeut préparé, on peut leur rendre leur éclat en les trempant dans une faible solution aqueuse de nitrate de mercure, puis on les plonge de nouveau dans le bain d'or et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait obtenu la teinte que l'on désire.

5° M. Talbot modifie la couleur du cuivre, en exposant des plaques polies, aux vapeurs de l'hydrogène sulfuré, des hydrosulfures, du soufre, de l'iode, du

brôme, du chlore, ou en les trempant dans des liquides qui contiennent ces gaz en dissolution. Comme on peut rendre le cuivre presque blanc, M. Talbot profite de cette circonstance pour fabriquer des réflecteurs métalliques. Il obtient d'abord un moule galvanique d'une surface appropriée, et l'expose à l'une des vapeurs indiquées ci-dessus, jusqu'à ce qu'il ait acquis le degré de blancheur nécessaire.

6° On obtient un effet très-remarquable, en dorant certaines parties d'un objet de cuivre, et le lavant ensuite dans une solution de chlorure de platine qui donne un aspect noir-mat aux parties qui n'ont pas été dorées, et fait ressortir le brillant des autres.

Note sur de nouveaux moyens de dorer et d'argenter au trempé, par M. A. Levol. (Extrait du *Journal des connaissances utiles*, *juin* 1843.)

Dans le moment où l'attention est fixée sur les procédés de dorure par la voie humide, imaginés dans ces dernières années, il m'a semblé qu'il ne serait pas sans intérêt de publier de nouveaux moyens propres à dorer ou argenter par immersion, principalement à cause de leur facilité d'exécution ; ce qui les met à la portée des personnes même étrangères à ce genre d'opération, et qui s'y livrent pour la première fois : aussi pourrai-je me borner à les décrire très-brièvement.

Dorure sur argent. L'argent se dore très-facilement au moyen de chlorure d'or neutre, additionné d'une solution aqueuse de sulfocyanure de potassium,

jusqu'à disparition du précipité qui s'était d'abord formé : il faut que la liqueur éclaircie de cette manière, conserve une réaction légèrement acide; et si elle l'avait perdue par une addition immodérée de sulfocyanure, on la lui rendrait en ajoutant quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Pour dorer, on plonge l'argent dans cette liqueur presque bouillante et médiocrement concentrée; état dans lequel on la maintient en y versant de temps en temps de l'eau chaude pour remplacer celle qui s'est vaporisée : on évite de cette manière les inconvénients qui résultent d'une trop grande concentration de l'acide chlorhydrique dont la présence est néanmoins utile pour s'opposer à la formation d'un précipité aurifère qui a lieu par l'élévation de température, lorsque c'est l'alcali qui domine.

Dorure et argenture sur cuivre, laiton et bronze. On indique la solution du cyanure d'or ou d'argent dans le cyanure de potassium, pour dorer et argenter sous l'influence des forces électriques; je me suis assuré que les mêmes solutions portées à une température voisine de leur point d'ébullition, peuvent aussi dorer et argenter au trempé. A l'égard de leur préparation, s'il était nécessaire de les obtenir chimiquement pures, elles ne laisseraient pas que d'être assez dispendieuses, mais on n'obtiendrait véritablement aucun avantage en compensation (1); on peut donc simplifier l'opération et la rendre beaucoup

(1) En faisant cette remarque, je n'ai en vue que le procédé d'immersion dont je parle ici.

moins coûteuse, en traitant directement, soit le chlorure d'or, soit le nitrate d'argent, neutres, par du cyanure de potassium, en excès, de manière à obtenir des cyanures doubles solubles (1).

On ne peut dorer l'argent par ce procédé, mais on a vu plus haut que le sulfocyanure d'or et de potassium dore très-bien ce métal.

La solution du cyanure de cuivre dans le cyanure de potassium, ne cuivre pas l'argent, même en contact avec le zinc; cependant il cuivre parfaitement ce dernier métal, et d'une manière très-solide.

Je ferai remarquer enfin que ces procédés si commodes, parce qu'ils réussissent toujours et n'exigent que quelques minutes pour toute préparation, ne permettent malheureusement pas l'application d'une couche très-mince de métal précipité : c'est un inconvénient commun à tous les procédés au trempé. — Il est généralement reconnu qu'il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, d'argenter des objets au moyen de la décomposition électrique du nitrate d'argent.

Préparez du citrate neutre d'argent, en faisant

(1) Le cyanure de potassium devant être employé à l'état de solution dans l'eau, et ce sel étant, comme on le sait, fort cher à l'état solide, il y a tout avantage à se servir de l'eau de lessivage du résidu de la calcination en vase clos, du cyanoferrure de potassium, préalablement desséché. Son prix n'excède guère alors, à poids égal, le tiers de la valeur commerciale du cyanure double, et on pourrait l'obtenir encore à un prix moins élevé, par le procédé, à la vérité un peu plus difficile à pratiquer, que l'on doit à M. Liebig.

Même observation relativement au sulfocyanure de potassium.

dissoudre l'oxyde de ce métal dans une solution d'acide citrique, évaporez jusqu'à siccité et mettez le sel formé dans un tube de porcelaine chauffé à 212° Fahr. Faites passer dans le tube, pendant quelques minutes, un courant d'hydrogène sec. La meilleure manière d'opérer, consiste à plonger la portion du tube qui contient le sel, dans un vase plein d'eau maintenue en ébullition. Aussitôt que l'appareil est refroidi retirez le sel, que vous ferez dissoudre dans de l'eau distillée froide.

Avec ce sel, M. Rockline a obtenu un dépôt d'argent supérieur à tout ce qui a été produit avec le nitrate..... Il ne doute pas qu'on ne puisse obtenir un sel d'or analogue, et recommande de faire des expériences sur l'acide tartrique.

Le sel d'argent paraît subir une modification particulière sous l'influence du gaz hydrogène ; la solution est d'une couleur brun-foncé et l'on ne doit pas la chauffer, car dans ce cas elle est décomposée instantanément en une poudre noire et en citrate neutre qui reste dans la solution sous sa forme normale... (*Mechanic's Magazine*, mars 1843).

Ce procédé communiqué au journal par M. Z. Rockline, le 1er décembre 1842, donna lieu à une réclamation insérée dans le même recueil. L'auteur de de la lettre s'exprime ainsi : « J'ai précipité l'oxyde d'une dissolution de nitrate d'argent; mais cet oxyde n'était pas soluble dans la solution d'acide citrique, soit à froid, soit à chaud. Est-il nécessaire d'employer un procédé et un oxyde d'argent particuliers pour réussir ? »

Je ne sais si M. Rockline a répondu à ces questions, mais je trouve dans le *Philosophical Magazine*, du mois d'avril 1843, un article qui m'a paru très-intéressant, et que je crois devoir communiquer au public.

Nouveau procédé pour obtenir de l'argent pur, soit à l'état métallique, soit sous la forme d'oxyde, par W. Grégory (février 1843).

Passant en revue les différents moyens mis en usage pour extraire l'argent pur, des solutions nitriques qui contiennent toujours du cuivre dissous en même temps que l'argent, M. Grégory reconnaît qu'ils sont tous imparfaits ; il a imaginé de décomposer le chlorure bien pur, sans employer l'intermédiaire des métaux : voici le procédé qu'il a adopté.

Précipitez l'argent de la solution chaude de nitrate, au moyen du sel commun, et lavez le chlorure obtenu dans de l'eau chaude. Pendant ce lavage, il faut diviser le chlorure au moyen d'une spatule de platine ou d'une baguette de verre, et surtout ne pas le broyer avec un pilon qui le réunirait en masse et empêcherait l'action de la potasse. Pendant que le chlorure est encore humide, on le jette dans une solution de potasse caustique (de 1,25 pes. spécif. au moins) qui doit surnager d'environ un demi-pouce et que l'on fait bouillir. Pendant l'ébullition, que l'on opère de préférence dans une capsule de fer bien propre, d'argent ou de platine, on agite le chlorure pour briser tous les grumeaux. Au bout

de cinq à dix minutes, la poudre devient noire. Si une petite quantité de cette poudre soumise au lavage, n'est pas dissoute sans résidu dans l'acide nitrique étendu, il faut décanter la potasse et broyer avec soin dans un mortier, la poudre toujours humide, opération qui peut alors être pratiquée sans inconvénient. On la fait ensuite bouillir pendant cinq minutes, avec la même potasse ou dans de la potasse nouvelle; elle se dissoudra entièrement dans l'acide nitrique: mais dans le cas contraire, il faudrait la broyer de nouveau. Actuellement, il suffit de laver l'oxyde, ce qu'on effectue en quelques minutes par la décantation, parce que la poudre est entraînée par son propre poids au fond du vase. On fait les deux ou trois premiers lavages à l'eau chaude, puis on emploie l'eau froide, car, lorsque l'oxyde est presque entièrement lavé, il s'élève en partie à la surface du liquide, *quand on emploie de l'eau chaude*, et on en perd ainsi une certaine quantité en décantant. Il est bien entendu que tous les lavages (excepté le premier, à cause de l'action de la potasse), peuvent être effectués sur des filtres; mais la poudre est tellement fine, que la dessiccation en ferait adhérer une grande partie au papier.

Cet oxyde a un aspect tout-à-fait différent de celui de l'oxyde précipité des nitrates au moyen de la potasse, et jusqu'à présent il n'a pas été décrit. Il est très-dense, homogène et d'une teinte noire tirant peut-être légèrement sur le bleu, tandis que l'oxyde ordinaire est moins dense et d'une couleur brun-gri-

sâtre; ils paraissent être tous deux chimiquement identiques.

Il importe peu qu'une certaine quantité de chlorure ait échappé à l'alcali; le nitrate d'argent ne dissout pas ce chlorure, que l'on peut séparer par filtration. Si cet oxyde contenant du chlorure, est mêlé avec un peu de nitre et de carbonate de potasse, puis soumis à la fusion, on obtient tout l'argent avec la plus grande facilité; je puis en donner une idée, en disant que j'ai fait dissoudre une demi-couronne, et que j'ai obtenu en deux heures, tout l'argent pur qu'elle contenait, à l'exception d'une très-petite quantité décantée pendant le premier lavage du chlorure, mais *non perdue.*

... Il est nécessaire de faire observer qu'une fois que le chlorure a été séché, on ne parvient à le décomposer qu'avec beaucoup de peine, même au moyen d'une ébullition prolongée dans la potasse.

M. Mourey a dernièrement communiqué à l'Académie des sciences, un procédé qu'il emploie pour donner un beau mat aux pièces argentées galvaniquement dans les cyanures.

Les objets, en sortant du bain d'argent, conservent parfois, même après un bon lavage, une teinte jaune qui augmente souvent lorsqu'ils sont exposés à l'air, et qu'il faut attribuer à la présence d'une certaine quantité de cyanure qui n'a pu être entraînée par le lavage. Frappé de ce grave inconvénient, M. Mourey a cherché à y remédier en faisant subir une dernière préparation à l'objet argenté.

Il fait dissoudre du borax pulvérisé dans de l'eau, à l'aide de la chaleur, de manière à en former une bouillie claire dans laquelle il plonge les objets retirés du bain d'argent, lavés et séchés ; ensuite il les place sur un feu clair et les chauffe jusqu'au rouge-cerise ; lorsqu'ils sont refroidis, il les déroche en les plongeant dans de l'acide sulfurique étendu ; et enfin, les objets sont séchés après avoir été soumis à un dernier lavage à l'eau.

Ce procédé a été l'objet d'un rapport très-favorable, lu par M. Becquerel à l'Académie des sciences, le 10 juillet 1843.

On trouvera dans le « *London's Journal and Repertory of arts,* » etc., mai 1843, l'indication de brevets accordés le 15 février 1842, à M. Édouard Palmer, pour différents procédés de gravure en creux ou en relief. Je n'ai pas cru qu'il fût utile de reproduire ces procédés, qui sont mal décrits et me paraissent être d'une exécution difficile ; cependant j'ai dû indiquer la source où les amateurs pourront puiser les renseignements nécessaires, dans le cas où ils voudraient répéter les expériences de l'auteur anglais.

Je ne parlerai pas davantage des essais de gravure de M. Kobell et du duc de Leuchtenberg ; les résultats de leurs expériences sont encore trop imparfaits, et je dirai même qu'il me semble impossible de jamais obtenir une belle gravure par ces procédés.

La reproduction des planches d'acier gravées offre plusieurs difficultés et, d'abord, il ne fau pas

songer à opérer avec le sulfate de cuivre, qui attaquerait immédiatement l'acier et altérerait la gravure. Les sulfates ou les nitrates ammoniacaux n'ont aucune action sur l'acier, mais il est excessivement difficile d'en précipiter le cuivre au moyen de la pile. M. Smee a proposé de mouler les planches d'acier et d'agir ensuite sur le moule; mais ce procédé n'est applicable que dans certaines circonstances, et ne doit presque jamais donner des résultats parfaits. Je préfère son autre procédé, qui consiste à faire d'abord une épreuve d'argent et, enfin, une contre-épreuve de cuivre. M. Smee recommande d'employer un anode d'argent, ayant presque les mêmes dimensions que la plaque d'acier.

MM. Spencer et Wilson indiquent le procédé suivant pour graver sur acier au moyen de la pile.

La plaque métallique fixée à l'un des conducteurs, (voir Gravure sur cuivre) est immergée dans une solution de sel commun ou dans toute autre solution d'un sel alcalin, et à l'autre conducteur on fixe une seconde plaque d'acier (catode).

Veut-on graver sur argent, on emploie du sulfate de soude ou du sulfate d'argent et un catode d'argent. On fera usage d'acide hydrochlorique en solution ou d'un chlorure soluble, si l'on grave sur l'or. Le catode doit toujours être formé du métal que contient la solution.

Le *Mechanic's Magazine*, que j'ai déjà eu l'occasion de citer fréquemment, contient la description d'un procédé précieux de reproduction des planches

gravées. Ce n'est plus sur le cuivre que l'on opère, mais simplement sur une épreuve.

On fait tirer une bonne épreuve de la planche et on l'applique aussitôt sur une plaque de cuivre planée et préalablement trempée dans l'acide nitrique étendu. La plaque et l'épreuve sont alors soumises à l'action de la presse, qui détermine le transport de l'encre de l'épreuve sur la planche de cuivre. On dore légèrement cette planche au moyen de l'appareil galvanique ; et il est facile de concevoir que l'or ne s'attachera pas sur les parties revêtues d'encre grasse, mais seulement sur le cuivre. Une demi-minute suffit pour dorer la plaque ; on la lave avec l'essence de térébenthine, qui dissout l'encre grasse et met à nu le cuivre dans tous les points que recouvrait cette encre. Il suffit ensuite de placer la planche ainsi préparée, en guise d'anode, dans le sulfate de cuivre, pour obtenir une gravure parfaite.

L'importance de ce procédé, dont l'inventeur a cru devoir garder l'anonyme, est incontestable, car on ne fait plus courir aucun risque à la planche originale, et rien n'est plus simple que de transporter ainsi sur une planche de cuivre la gravure sur acier, dont la multiplication offrait d'assez grandes difficultés, en raison de l'action exercée par les liquides sur le métal.

La lecture de l'article que je viens d'analyser, m'a suggéré naturellement l'idée d'appliquer ce procédé à la gravure en relief et de transformer, par ce moyen, une planche gravée en creux, en une

planche gravée en relief et propre à remplacer les clichés ordinaires.

Il est bien évident que si, au lieu de dorer la planche, on la soumet à l'action galvanique aussitôt qu'elle a reçu l'empreinte d'encre grasse, il est évident, dis-je, que cette encre protégera toutes les parties qu'elle recouvre, et que le métal sera corrodé dans tous les autres points.

Cette gravure ne sera sans doute pas exempte des imperfections que présentent tous les essais de gravure en relief tentés jusqu'à ce jour, mais je suis persuadé qu'elle rendra, sous peu, d'importants services à l'art typographique (1).

Les amateurs sont très-souvent embarrassés lorsqu'ils ont à souder certaines pièces de cuivre, telles que des conducteurs, des anodes, etc. Je sais que l'on peut éviter la soudure en accrochant les pièces aux conducteurs, ou en fixant les fils au moyen de la torsion; mais ces procédés sont moins sûrs, et le contact n'est jamais aussi parfait. J'emploie toujours la soudure et j'agis avec une certitude bien plus grande. D'ailleurs, les moyens que je vais indiquer, rendent l'opération si facile, qu'après un ou deux essais, il n'est aucun individu qui ne soit sûr de réussir. Lorsqu'on aura acquis une certaine habitude, on pourra tenter de construire soi-même le s

(1) Je n'ai pu faire d'expériences à ce sujet, avant l'impression de cet article, et j'ai malheureusement reconnu depuis, que l'encre grasse ne pouvait protéger le métal contre l'action galvanique, pendant le temps nécessaire à la gravure. Cependant on pourra peut-être réussir, en faisant usage d'une autre substance que l'encre d'imprimerie.

diverses piles décrites dans cet ouvrage, et l'on sera amplement dédommagé du court apprentissage qu'on se sera imposé. J'ai toujours construit moi-même toutes mes piles et leurs accessoires, ainsi que les montures nécessaires pour maintenir les statuettes.

Le cuivre rouge est plus difficile à souder que le jaune ou laiton, mais on y parvient facilement en faisant usage de stéarine pour désoxyder les métaux.

Lorsqu'on a bien nettoyé les pièces qu'on veut souder, soit avec la lime, soit avec le papier à l'émeri, on chauffe l'objet sur une lampe à l'esprit-de-vin et on le touche légèrement avec un morceau de stéarine; il faut aussitôt appliquer sur le point échauffé, un morceau de soudure aminci au marteau, et frotter jusqu'à ce qu'il entre en fusion. La soudure ne tardera pas à s'étendre sur le cuivre, auquel elle adhérera fortement. On opère de même sur la pièce que l'on veut souder à la première et, en dernier lieu, on chauffe simultanément les deux objets mis en contact, puis on laisse refroidir.

M. F. Werner remplace la stéarine par le chlorure de zinc préparé de la manière suivante :

Faites dissoudre des morceaux de zinc dans l'acide hydrochlorique, jusqu'à ce qu'il ne se manifeste plus d'effervescence ; évaporez à une douce chaleur et, quand le liquide aura acquis une consistance huileuse, laissez-le refroidir et conservez-le dans un flacon bouché à l'émeri. On applique ce chlorure au pinceau et on opère comme ci-dessus. Le liquide doit être neutre.

Le vernis copal et le vernis à la gomme laque, qui

réussissent parfaitement lorsqu'on opère avec le sulfate de cuivre, ne résistent pas à l'action des cyanures. M. Walker s'est donc trompé en conseillant de faire usage du premier de ces vernis. Quand on veut protéger une partie métallique destinée à être plongée dans les cyanures, il faut la recouvrir de cire fondue, ou bien d'asphalte dissous dans l'huile de térébenthine.

Le 1er juin 1842, M. Henri Beaumont Leeson a obtenu en Angleterre, un brevet pour ses moules élastiques dont voici la composition.

On applique au pinceau, sur l'objet à reproduire, quatre ou cinq couches d'une solution de colle ayant à peu près la consistance de la mélasse, puis on entoure l'objet d'un ruban métallique ou tout simplement d'une bande de carton, et l'on ajoute assez de solution de colle, pour que le moule ait une certaine consistance lorsqu'il sera sec. On peut en faire usage au bout de cinq à dix heures, suivant les dimensions de l'objet. On augmentera la solidité du moule, en ajoutant à la colle une solution de caoutchouc, d'une autre gomme ou d'une substance résineuse. Si l'on veut qu'il ait à peu près la consistance d'un morceau de peau, il faut ajouter une solution de tanin.

Ces moules sont très-utiles lorsqu'il s'agit de mouler des pièces d'un travail compliqué et formant des reliefs très-saillants. On peut y couler de la cire, de la stéarine ou du plâtre, et faire ainsi des épreuves qu'il suffit de métalliser pour obtenir des reproductions galvaniques. C'est avec cette même substance flexible, que l'on moule certains animaux, tels que

des lézards, des couleuvres, etc. On évite ainsi de faire un moule en plusieurs pièces, et l'on altère moins l'original lorsqu'on procède au dépouillement.

L'auge à décomposition peut être construite en bois revêtu de la préparation suivante :

Cire jaune. . . .	1 livre.
Résine.	5 »
Ocre rouge. . . .	1 »

Plâtre de mouleur, deux cuillerées à bouche.

Une auge de fer-blanc couverte de ce mastic, peut servir également.

Je conseille aux commençants de ne pas se hasarder de prime abord à reproduire une médaille d'un certain prix. En général, il vaut mieux prendre une empreinte en plâtre, en cire ou en métal fusible; on ne craint pas de cette manière, d'altérer une médaille précieuse et l'on évite une double opération, puisqu'on obtient de suite une épreuve parfaitement semblable à l'original.

Il faut surveiller attentivement l'opération dans les premiers moments, parce qu'il se forme à la surface des moules, des bulles d'air qui empêcheraient le dépôt de cuivre. Si cela arrivait, on passerait légèrement un pinceau doux sur le moule, de manière à enlever toutes les bulles d'air.

Je ne saurais trop recommander aux lecteurs de ne jamais plonger une médaille ou tout autre objet, dans la solution de sulfate de cuivre, avant que l'appareil soit disposé, le courant ne doit s'établir qu'au moment où la médaille touche la solution; la plupart des accidents dépendent de ce que l'on n'a pas ob-

servé ce précepte. On conçoit que l'appareil doit être construit de manière que l'on puisse y placer le modèle en dernier lieu et le retirer facilement toutes les fois qu'on veut examiner l'épaisseur ou la nature du dépôt; tout appareil qui ne remplit pas ces conditions, est défectueux et doit être repoussé par les amateurs. On a pourtant fabriqué et vendu des *électrotypes brevetés*, dont la disposition exige qu'on place d'abord la médaille dans le sulfate de cuivre. Pour suivre les progrès de l'opération et chasser les bulles d'air, on est obligé d'enlever le zinc et deux vases, par conséquent, de laisser la médaille dans la solution, bien que le courant galvanique soit interrompu.

Il est facile de bronzer les clichés et de leur donner l'apparence du cuivre, de la manière suivante. — Humectez la surface du moule avec de l'esprit-de-vin et, lorsqu'elle est presque sèche, saupoudrez-la d'un mélange de craie rouge et de plombagine; enlevez enfin toute la poudre surabondante avec un blaireau bien doux.—Une *très-faible* solution d'hydrochlorate d'ammoniaque ou de sulfate de potasse, donne au cuivre une fort belle couleur de bronze.

L'or peut être coloré en vert au moyen de savon et d'alun; au reste on obtient différentes nuances d'or en variant les proportions relatives du fluide électrique et de la solution métallique.

La reproduction galvanique des planches gravées offre de grands avantages qu'il n'est pas nécessaire d'énumérer actuellement; il suffira de dire que le tirage est illimité: puisqu'on peut reproduire la pla-

que originale aussi souvent qu'on le désire, sans qu'il soit nécessaire de la retoucher. Au reste, pour donner une idée de l'importance que présente cette seule application de la galvanoplastie, je placerai ici quelques notes que je dois à l'obligeance de M. le capitaine d'état-major Richoux; elles sont extraites d'un mémoire adressé au directeur du dépôt de la guerre. M. Richoux propose de reproduire, au moyen de la galvanoplastie, toutes les planches de la belle carte de France à laquelle les officiers de l'état-major travaillent depuis plusieurs années. Savez-vous quelle économie résulterait de cette opération? Rien que 617,000 francs! Quels seraient maintenant les frais de reproduction? Au *maximum*, 103,400 fr.; et encore obtiendrait-on, à ce prix, non-seulement les planches de la carte de France, mais encore les autographies des 86 départements!

Voici les calculs consignés dans le mémoire de M. Richoux.

Retouches à faire aux 259 planches usées par le tirage; pour chaque planche, 2,000 fr. (1).	518,000 fr.
Planches qui seront trop usées et qu'il faudra graver de nouveau (environ 1/10), à 5,000 fr. chaque.	125,000
Autographies des 86 départements. Chaque département, 900 fr.	77,400
	720,400

(1) Depuis la mise en vente, le prix de retouche a été dépassé pour plusieurs planches.

Prix d'une planche reproduite au moyen du galvanisme, 200 fr. ; 259 planches.	51,800 fr.
Les autographies, à 600 fr. par département.	51,600
	103,400
Par l'ancien système, la dépense s'élèvera donc à.	720,400
La reproduction galvanique ne coûtera que.	103,400
On fera donc une économie positive de.	617,000 f. (1).

Il est vrai que les cuivres galvaniques résistent moins au tirage que les cuivres planés, mais, en admettant que la résistance des premiers soit à celle des derniers comme 1 est à 5, on trouvera encore que, pour le prix seul des retouches, on peut faire cinq collections galvaniques tout en conservant intacts les 259 cuivres originaux; car, une fois qu'on a obtenu les moules de ces planches, ils peuvent servir à toutes les reproductions subséquentes.

Les frais de retouche se montent à 518,000 fr.

Le prix des cuivres galvaniques à 103,400 fr.

Divisez le premier nombre par le second ; vous trouverez pour quotient, 5 plus une fraction.

(1) Si l'on ajoute à ces 617,000 fr. 1,100,000 fr., valeur des 259 planches que l'on conservera intactes, on aura pour résultat définitif 1,717,000 fr.

Avant d'adresser son mémoire au directeur du dépôt de la guerre, M. Richoux avait fait des expériences dont le résultat fort remarquable fut présenté à l'Académie des sciences.

Jusqu'à ce jour ce mémoire est resté sans réponse !

— La nomenclature de Faraday, adoptée par M. Walker, n'est peut-être pas familière à tous mes lecteurs. J'ai pensé qu'il était convenable de leur donner dans ces notes, l'explication des termes employés par l'auteur.

Électrodes (ἤλεκτρον et ὁδὸς route), conducteurs désignés sous le nom de *réophores* par Ampère.

Anode (ἀνὰ, en haut, ὁδὸς) conducteur par lequel le courant électrique s'échappe ; *catode* (κατὰ en bas, ὁδὸς), conducteur par lequel le fluide rentre dans l'appareil.

Anion (ἀνιὸν, qui va en haut), élément qui se porte sur l'*anode. Kation* ou *cassion* (κατιὸν, qui va en bas), élément qui se porte sur le catode.

Électrolyte (ἤλεκτρον et λύω, je délie) corps soumis à la décomposition. Le sulfate de cuivre est un éloctrolyte, et lorsqu'il est soumis à l'action galvanique il est *électrolysé* (1).

— Cette seconde édition du *Traité de galvanoplastie* était presque entièrement imprimée, lorsque M. Becquerel lut à l'Académie des sciences la première partie de son intéressant mémoire sur

(1) Voir, pour plus de détails, le *Traité d'électricité* de Becquerel, vol. III, chap. 6.

l'*application électro-chimique des oxydes et des métaux sur des métaux.* Je n'avais malheureusement plus assez de place pour reproduire ce travail en entier : cependant, je ne voulais pas priver mes lecteurs des renseignements précieux qu'il renferme ; on me pardonnera donc de n'en donner qu'un extrait.

Il y a déjà quelques années que M. Becquerel décrivit un appareil électro-chimique simple, à l'aide duquel on obtient assez abondamment, en peu de temps, du gaz oxygène. Cet appareil est composé d'un bocal, d'un tube de verre fermé à son extrémité inférieure par un bouchon d'argile retenu au moyen d'une coiffe de linge, et de deux lames de platine, dont l'une plonge dans de l'acide nitrique que contient le vase extérieur, et l'autre dans une dissolution concentrée de potasse dont on a rempli le tube de verre, etc. Pour décomposer l'eau avec cette pile, on remplace la lame de platine plongée dans la potasse, par une lame de zinc, et l'on attache aux extrémités du couple, des conducteurs terminés par des lames de platine qui plongent dans l'eau. C'est de cet appareil que M. Becquerel s'est servi dans les expériences qui font le sujet de ce mémoire.

Jusqu'à ce jour, on préservait les métaux les plus oxydables, des influences atmosphériques, en les recouvrant de métaux moins oxydables. Protéger les métaux par des oxydes métalliques inaltérables, tel est le but que s'est proposé M. Becquerel. Mais il ne suffisait pas de faire déposer les oxydes, il fallait les faire adhérer intimement au cuivre, au fer, en un

mot aux métaux les plus oxydables. Guidé par des expériences préliminaires, M. Becquerel reconnut qu'il convenait d'employer des dissolutions potassiques ou ammoniacales. La potasse dissout le protoxyde de plomb, l'oxyde de zinc, le protoxyde d'étain, l'oxyde chromique, etc. ; l'ammoniaque dissout le protoxyde de fer, les oxydes de zinc et de cadmium, les bioxydes de cuivre, les oxydes de nikel, de cobalt, etc. L'auteur ne s'est occupé que de la dissolution potassique du protoxyde de plomb et de la dissolution ammoniacale du protoxyde de fer.

Dissolution potassique de plomb. « On a dissous dans un ballon, 200 grammes de potasse caustique dans 2 litres d'eau distillée ; on y a ajouté 150 grammes de litharge ; on a fait bouillir pendant une demi-heure ; on a laissé reposer la dissolution ; après quoi on a pris un cylindre en porcelaine dégourdie, rempli de la dissolution étendue de son volume d'eau. Le cylindre a été plongé dans un bocal contenant de l'eau acidulée par environ un vingtième de son poids d'acide nitrique, dans laquelle plongeait une lame de platine communiquant au pôle négatif d'un couple voltaïque ordinaire à courant constant. Le pôle positif était en relation avec la pièce à recouvrir du protoxyde. Supposons une lame de fer, et voyons ce qui arrive. La lame décapée à sec, adoucie à la lime et à la ponce, a été plongée dans la dissolution. Il s'est dégagé aussitôt une grande quantité d'hydrogène sur la lame de platine, par suite de la décomposition de l'eau et de l'acide nitrique. L'oxygène en se rendant au pôle positif,

au lieu d'oxyder le fer, a changé en peroxyde le protoxyde de plomb, qui, attiré par le même pôle, en raison de son état négatif, s'est déposé sur le fer et y a adhéré. Quelques minutes ont suffi pour que la lame soit recouverte de peroxyde de plomb, de couleur noire ayant une légère teinte brunâtre. La pièce, retirée, séchée à la sciure, a supporté le poli au rouge d'Angleterre; alors la surface a pris un aspect noir plombeux d'un assez vif éclat. Une lame de cuivre substituée à la lame de fer, a présenté les mêmes effets de couleur; l'adhérence a été un peu moins forte, mais cet effet ne tenait probablement qu'à l'état de la surface. Sur l'argent, le plaqué, surtout sur les objets dont la surface est légèrement rugueuse et couverte d'aspérités, l'adhérence est plus forte et supporte le bruni à la sanguine. La couleur est noire de jayet. Des feuilles découpées ont été préparées de cette manière, et les nervures brunies sans qu'on ait détaché du peroxyde. Après douze heures d'expériences, quand la dissolution n'est pas changée et qu'il ne reste plus que très-peu de protoxyde de plomb, la surface métallique se recouvre d'un précipité de peroxyde de plomb, qui a peu d'adhérence et dont l'effet est tel, qu'il a le reflet d'un beau velours noir. Un petit buste en laiton, recouvert de peroxyde de plomb et bruni, a présenté l'aspect d'un joli bronze. Tant qu'il se dégage du gaz hydrogène sur la lame de platine, l'opération marche bien; quand le dégagement cesse, il faut y remédier en plongeant la lame de platine dans de l'acide nitri-

que, pour décaper sa surface, ou en cherchant dans le couple voltaïque la cause du ralentissement du dégagement d'hydrogène. Ce ralentissement peut provenir de diverses causes : de ce que l'endosmose a introduit du protoxyde de plomb dans le bocal d'eau acidulée, d'où est résulté le nitrate de plomb qui est décomposé ; ou bien de ce que le courant a diminué d'intensité. J'ai voulu voir jusqu'à quel point il était possible de déposer du peroxyde de plomb sur un canon de pistolet dont la surface avait été décapée à la lime et à la ponce. Les résultats ont été aussi satisfaisants qu'il était permis de l'espérer : la surface du canon a pris, sous la peau et le rouge d'Angleterre, l'éclat de la lame de fer. L'expérience prouvera bientôt si des canons d'armes à feu et autres objets en fer d'un usage habituel, peuvent être préservés par ce moyen pendant long-temps. »

« On a vu plus haut que la surface du fer prenait un aspect noir. Si l'action dure peu de temps, la couleur du précipité est jaune-d'ocre, couleur qui se fonce de plus en plus, et à laquelle on peut donner un autre ton, comme on le verra plus loin. Quelquefois avec le cuivre, peu d'instants après l'immersion, la surface présente des teintes irisées dues à de minces dépôts, et dont la bijouterie pourra peut-être tirer parti. Passons aux dépôts de peroxyde de fer sur les objets en fer, en acier. »

« Le moyen le plus simple de préparer la dissolution ammoniacale de fer, qui doit être aussi placée dans un appareil semblable à celui qui a été décrit précédemment, est de faire à chaud une dissolution

de proto-sulfate de fer, de la placer, enfin d'enlever l'air qu'elle renferme, sous une cloche dans laquelle on a fait le vide, et de la conserver ensuite dans un bocal fermé à l'émeri. On verse une certaine quantité de cette dissolution dans le cylindre de porcelaine, et l'on verse dedans de l'ammoniaque également privée d'air, en quantité un peu plus que suffisante pour dissoudre le protoxyde de fer; on plonge de suite dedans la pièce à recouvrir, qui est mise en communication avec le pôle positif du couple; l'on agite avec un tube la dissolution, et l'on ferme le cylindre pour le soustraire à l'action de l'oxygène de l'air, qui tendrait à faire passer le protoxyde à l'état de peroxyde. Malgré toutes ces précautions, il se dépose toujours de l'oxyde vert qu'il est impossible d'éviter. Dès que le circuit est fermé, il y a dégagement d'hydrogène sur la lame de platine, et l'oxygène, en se rendant sur la pièce dans la solution ammoniacale, peroxyde le fer, qui se dépose avec adhérence par le même motif que celui qui détermine le dépôt du peroxyde de plomb sur la lame de cuivre, c'est-à-dire parce que le protoxyde de fer, jouant le rôle d'acide par rapport à l'alcali, est attiré par le pôle positif. Mais tous les métaux ne sont pas aptes à recevoir de semblables dépôts : ceux dont les oxydes sont solubles dans l'ammoniaque doivent en être exclus, tels que le cuivre argenté et doré, parce que l'oxygène transporté oxyde le cuivre, soit directement, soit à travers la couche d'argent ou d'or ; et l'oxyde de cuivre se dissolvant aussitôt dans l'ammoniaque, il n'y a plus de possibilité que le dé-

pôt s'effectue. Ce n'est pas tout : une grande partie de l'oxygène, étant employée à oxyder le cuivre, ne peut réagir sur le protoxyde de fer; mais il n'en est pas de même du fer et de l'acier, qui se couvrent d'une couche adhérente de protoxyde de fer. Quelques minutes suffisent pour donner au dépôt une couleur brun-rouge ayant un peu l'aspect du cuivre précipité. Le dépôt prend le poli, frotté avec la peau et le rouge d'Angleterre. Quand la surface a été préparée convenablement auparavant, le dépôt peut être bruni à l'acier. Un canon de pistolet, un outil en acier et divers objets ont été recouverts de peroxyde avec un égal succès. La couleur brun-rouge du dépôt est toujours la même quand la lame reste peu de temps immergée ; mais, si la durée est plus grande, il se passe des effets remarquables que je vais décrire avec quelques détails, parce qu'ils ont des rapports avec les différentes teintes que prend le peroxyde de fer plus ou moins calciné. On sait que le sulfate de fer donne, par la calcination, une belle couleur rouge, qui devient plus foncée quand il provient du persulfate de fer, et un brun-noirâtre quand il est préparé au moyen du deuto-nitrate de fer, tandis qu'avec le proto-nitrate à une calcination modérée on a une couleur violet-foncé que les peintres appellent *violet de mars.* Si on pousse le feu trop loin on obtient la couleur rouge ordinaire du peroxyde..... On retrouvera ces mêmes teintes dans l'application du peroxyde de fer, en opérant avec un seul couple à courant constant fonctionnant avec de l'eau modérément acidulée. Dans les pre-

miers instants ce dépôt a la couleur rouge ; sa teinte se fonce de plus en plus, et au bout de plusieurs heures elle devient violet-foncé, qui constitue le violet de mars des peintres. Avec deux ou trois couples, elle tourne peu à peu au noir. L'adhérence du peroxyde diminue et il arrive un point où le dépôt est tout à fait noir et où l'adhérence est à peu près nulle. Les dépôts rouges sont inaltérables à l'air, tandis que les dépôts très-foncés s'hydratent peu à peu et se changent en hydrate de peroxyde de fer n'ayant plus de cohérence..... »

« Les observations que je viens de rapporter doivent être prises en considération par les personnes qui s'occuperont de l'application du principe que je viens de faire connaître ; comme le dépôt rouge se forme en quelques minutes, elles ne courent jamais la chance d'obtenir les composés noirs, qui ont peu ou point d'adhérence.

« ..... Si l'on opère à vingt-cinq degrés environ, les dépôts ont plus de fixité ; parce que la dilatation qu'éprouvent les parties permet aux molécules de peroxyde, soit de plomb, soit de fer, de se déposer dans les interstices superficiels. On conçoit très-bien que l'on puisse varier les teintes à l'infini ; on peut, par exemple, déposer sur l'or, l'argent, des couches plus ou moins épaisses de peroxyde, et obtenir ainsi des tons plus ou moins agréables..... »

« ..... Relativement à la dissolution ammoniacale, j'indiquerai quelques précautions à prendre pour empêcher qu'elle ne se décompose rapidement ; et afin qu'elle soit très-claire, on met dans un bocal qui

ferme à l'émeri, de l'ammoniaque aussi concentrée que possible, et l'on verse dedans du protosulfate de fer privé d'air et jusqu'à ce qu'il se forme un précipité ; on bouche, on laisse reposer le dépôt, et l'on a une dissolution de fer aussi claire que possible, et que l'on peut conserver ainsi pendant quelque temps. »

« Le décapage à sec, pour l'application des métaux, est préférable, sans aucun doute, au décapage par la voie humide ; mais comme les matières grasses, qui adhèrent quelquefois à la surface du fer par suite du contact du doigt, nuisent au dépôt, il est bon de passer les pièces dans l'acide sulfurique très-concentré, de les laver dans un bain de potasse avant de les plonger dans le bain alcalin. On pourrait se borner à laisser immergées pendant quelque temps, les pièces dans un bain de potasse concentrée, par la raison que ce bain préserve le fer de l'oxydation ; en suivant cette méthode, il m'est arrivé quelquefois de retirer des pièces recouvertes de peroxyde qui résistait à l'action de l'acide sulfurique étendu d'eau, ce qui suffit pour montrer qu'elles auraient été inattaquables par les influences atmosphériques.... »

DE L'APPLICATION ÉLECTRO-CHIMIQUE DES MÉTAUX SUR LES MÉTAUX.

De l'adhérence.

« L'application des oxydes et même des métaux sur les métaux, avec adhérence, dépend non-seulement de l'état des surfaces, mais encore des disso-

lutions et de l'intensité du courant qui les décompose... »

« L'expérience prouve qu'en général, l'adhérence des oxydes et des métaux, or, argent, cuivre et plomb sur les métaux, est d'autant plus grande que l'intensité du courant est moindre, entre certaines limites bien entendu, et que la dissolution est moins concentrée... »

« On ne peut pas dire que dans la dorure et l'argenture électro-chimiques, telles qu'on les pratique aujourd'hui, il y ait combinaison au contact; il se produit seulement un effet d'agrégation, de cohésion qui peut toujours être vaincu par des forces physiques, ce qui n'a pas lieu pour les effets chimiques; d'après cela, plus la couche de métal déposée est forte, plus la différence de dilatabilité entre le métal qui reçoit le dépôt et le dépôt lui-même est grande, plus les variations de température tendront à les séparer l'un de l'autre, parce que la résultante des effets de dilatation est d'autant plus considérable que la quantité de matière déposée est plus grande. »

« Il est encore plusieurs causes qui tendent à produire cet effet : particulièrement, le mode de décapage employé dans les nouveaux modes de dorure sur cuivre. Cette préparation consiste à plonger les pièces de cuivre, avant leur immersion dans le bain d'or, dans un ou plusieurs mélanges d'acides concentrés ou étendus, puis dans plusieurs eaux de lavage, afin d'enlever tous les corps qui se trouvent à leur surface; mais il se passe toujours quelques se-

condes entre la sortie des pièces de leur dernière eau, et leur immersion dans le bain d'or : il n'en faut pas davantage pour que la pièce s'altère souvent à l'air ; cette altération est à la vérité très-faible, mais enfin elle existe. »

« Il suit de là que le dépôt d'or ne se dépose pas, rigoureusement parlant, sur une surface de cuivre pur, mais bien sur une pellicule d'oxyde excessivement mince. Le décapage par voie humide n'est donc pas celui qui met les surfaces métalliques dans l'état le plus convenable pour que l'adhérence soit la plus grande possible; le décapage par voie sèche n'a pas le même inconvénient, en ce qu'il permet de mettre à nu les surfaces sans craindre une altération aussi immédiate que lorsqu'elles sont humides...... »

« Avec les décapages par la voie sèche, on obtient, pour la dorure, durée et solidité : durée, parce qu'elle est plus épaisse; solidité, parce qu'elle résiste aux épreuves physiques qu'on lui a fait subir. Il faut dire, à la vérité, que l'aspect n'est pas toujours satisfaisant, surtout quand la surface n'a pas un état uniforme. Il est démontré par là que les décapages par la voie sèche ont une grande supériorité sur ceux par la voie humide, mais malheureusement il y a une infinité de cas, et c'est le plus grand nombre, où il ne peut être employé, pour les objets de bijouterie entre autres; et lors même qu'il pourrait être utilisé, le temps qu'il exigerait serait une dépense tellement onéreuse, que l'industrie ne pourrait s'en servir : il faut donc presque toujours décaper par

voie humide, en évitant toutefois les inconvénients signalés ci-dessus. »

« L'emploi du mercure lève cette difficulté : outre qu'il sert d'intermédiaire entre le cuivre, l'or ou l'argent, pour déterminer les combinaisons au contact, il préserve encore le cuivre de toute altération avant l'immersion dans le bain métallique.... »

« Voici de quelle manière j'amalgame les pièces pour avoir les meilleurs effets de dorure, sous le rapport de la durée et de la solidité. Quand les objets ont été simplement immergés dans une solution de proto-nitrate de mercure, et lavés à grande eau, on les frotte avec de la peau pour bien étendre le mercure, et on recommence les immersions jusqu'à ce que ce métal soit également réparti sur la surface. Si l'on se borne à étendre légèrement sans frotter, la surface reste terne ; si l'on brosse, elle prend un aspect brillant. Les pièces étant ainsi préparées, si on les plonge dans le bain de cyanure d'or et de potasse à une température de vingt-cinq à trente degrés et faisant fonctionner l'appareil simple à courant constant, en moins d'un quart d'heure les objets sont dorés, ou mats, ou brillants, mais d'un mat comparable jusqu'à un certain point au mat de pendule, qualité difficile à obtenir avec le procédé en usage. Si l'on veut donner à la dorure électro-chimique de la valeur, il faut employer concurremment les deux méthodes, et prendre le mercure pour intermédiaire, mais non pas en aussi grande quantité que dans la dorure au mercure. La température de la mise en couleur suffit pour chasser le mercure,

de sorte que l'on réunit les avantages de la combinaison de l'or avec le cuivre, et d'une épaisseur d'or presque illimitée (1).... »

Dans une addition au mémoire précédent, M. Becquerel annonce qu'il est parvenu à obtenir, avec les peroxydes de plomb et de fer, des teintes aussi variées, aussi riches et aussi éclatantes que celles que nous présentent les ailes des coléoptères des régions tropicales. « Les pièces qui reçoivent ces teintes, dit l'auteur, acquièrent d'autant plus d'éclat qu'elles sont frottées avec la peau et le rouge d'Angleterre : c'est-à-dire que les couches très-minces qui les produisent ont une forte adhérence. Le bruni, rendant la surface plus brillante, détermine la réflexion d'une plus grande quantité de lumière et doit rehausser par conséquent l'éclat de la couleur. »

« Avant de connaître comment et sur quels métaux ces couleurs doivent être déposées, je dois entrer dans quelques détails sur ce qui se passe dans la fixation des oxydes. Le principe posé dans mon mémoire est celui-ci : telle est la surface du métal, telle est la couche déposée, pourvu que cette couche soit très-mince. Mais comme le dépôt s'opère quand le métal est électro-positif, c'est-à-dire lorsque l'oxygène qui arrive tend à oxyder la surface et à la ternir, lorsque le métal est oxydable, l'on ne peut obtenir les effets de couleur que sur des métaux non oxydables, tels que l'or ou le cuivre doré, et dont la surface a un beau poli. »

(1) M. Elkington et M. Talbot emploient ce procédé depuis long-temps. Voy. pag. 139. (*Note du trad.*)

« L'or est donc le métal sur lequel on dépose les riches couleurs dont j'entretiens aujourd'hui l'Académie. Ces effets n'ont été obtenus qu'avec la dissolution du protoxyde de plomb dans la potasse. Il ne faut qu'un couple ou deux et suivre l'opération attentivement, car elle ne dure quelquefois qu'une minute et encore moins. On obtient les teintes rouge-clair, rouge de feu, rouge-foncé, violet, bleu et enfin des teintes foncées. Il faut retirer continuellement les pièces du bain, afin de pouvoir avoir les teintes que l'on a en vue. Si l'action est trop forte, il se forme du peroxyde hydraté de plomb, qui se précipite en flocons jaunes dans la dissolution, sans production de couche colorée. Il est donc nécessaire de surveiller à chaque instant son opération, qui est si facile, que l'on peut agir sur un grand nombre d'objets en peu de temps, et toujours avec un égal succès. »

« Un des avantages des couleurs, je le répète, est une forte adhérence qui résiste au bruni; mais il n'y a là qu'une simple adhérence et non combinaison. »

« Ce n'est pas comme dans le dépôt du peroxyde de fer sur du fer, où probablement il y a combinaison de protoxyde de fer, qui se forme aux dépens du fer, avec le peroxyde de fer provenant de la combinaison du protoxyde dissous dans l'ammoniaque avec une portion de l'oxygène qui arrive sur la lame, en raison de son état positif. Il est possible d'obtenir des teintes uniformes sur des lames d'or avec le peroxyde de plomb. »

« Mais il faut, pour cela, disposer l'appareil pour que la lame soit parallèle à l'électrode négative, ainsi qu'au diaphragme, afin que tous les points de la lame reçoivent la même action électro-chimique. »

« Pour un objet d'une forme quelconque, il faut également que la surface soit parallèle à l'électrode négative, ainsi qu'au diaphragme, afin que la teinte soit partout uniforme, condition qui ne peut être remplie que lorsque la couche déposée a partout la même épaisseur. »

« Je ne me suis attaché jusqu'ici qu'aux effets produits avec les oxydes de plomb et de fer. Dans un autre travail j'exposerai les résultats obtenus avec d'autres oxydes. »

« En attendant, je ne doute pas que les riches couleurs que donne le peroxyde de plomb ne reçoivent une application immédiate aux arts, en raison de leur fixité, de leur adhérence sur l'or et de la grande facilité avec laquelle on les applique (1). »

M. Becquerel n'a pas encore donné la seconde partie de ce mémoire.

(1) Voir les Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 3 et 10 juillet 1843.

PRIX DES SUBSTANCES

EMPLOYÉES DANS LES EXPÉRIENCES ÉLECTRO-CHIMIQUES.

	fr.	c.
Acide sulfurique, le kilo.	»	40
Id. azotique (nitrique), le kilo.	1	20
Alliage fusible pour clichés, id.	8	»
Sulfate de cuivre, id.	1	50
Chlorure d'or, le gramme.	3	»
Chlorure de platine sec, le gramme (très-variable).	1	»
Cyanure d'or, id.	3	20
Oxyde d'or, id.	4	»
Id. d'argent, le décagramme.	4	»
Cyanure de potassium pur, le kilo.	50	»
Platine en fils de diverses grosseurs.	1	20

On peut se procurer tous ces produits, aux prix indiqués ci-dessus, chez MM. Rousseau-Bobierre et Cie, rue de l'Ecole-de-Médecine, 9.

TABLE DES MATIÈRES.

SECONDE PARTIE.

NOTES DU TRADUCTEUR.

FIN DE LA TABLE.

EXTRAIT DU CATALOGUE.

ANDRAL. Précis d'anatomie pathologique. 3 vol. in-8°, br. 18 fr.

AUBOIN. Nouveau Dictionnaire portatif des termes techniques et usuels de médecine et de chirurgie, auxquels on a joint tous les termes employés dans les sciences accessoires; ouvrage rédigé sur le plan des dictionnaires publiés par MM. Nysten, Béclard, chomel, Cloquet, Orfila, Bégin, Boisseau, Jourdan, etc., d'après l'état actuel des sciences et leurs progrès récents. 1 fort vol. in-16. 7 fr. 50 c.

BARBIER. Traité élémentaire de matière médicale. 4e édit. 3 forts vol. in-8°, br. 20 fr.

BAYLE. Traité d'anatomie descriptive; 5e édit. 1 vol. grand in-18 anglais, papier superfin glacé, br. 6 fr.
— Le même, cartonné à l'anglaise. 7 fr.

BAYLE. Atlas élémentaire d'anatomie descriptive. 1 vol. grand in 4°. Composé de 45 planches gravées sur cuivre et d'un texte explicatif en regard de chaque planche. Prix cartonné, fig. noires. 26 fr.
— Le même, fig. coloriées. 52 fr.

BÉGIN. Nouveaux éléments de chirurgie et de médecine opératoire; ouvrage contenant l'exposition complète des maladies chirurgicales et des opérations qu'elles réclament. 2e édit., 3 vol. in-8°, br. 20 fr.

BÉNIQUÉ. De la Rétention d'urine et d'une nouvelle méthode pour introduire les bougies et les sondes dans la vessie. 1 vol. in-8°, br. 5 fr.

BERZELIUS. De l'emploi du chalumeau dans les analyses chimiques et les déterminations minéralogiques. 1 vol. in-8°, br. 6 fr. 50 c.

BERZELIUS. Nouveau système de minéralogie, par M. Berzelius. Traduit du suédois sous les yeux de l'auteur, et publié par lui-même. 1 vol. in-8°, br. 4 fr.

BERZELIUS. Analyse des corps inorganiques, par M. Berzelius. Paris, 1 vol. in-8°, fig., br. 4 fr.

BOBIERRE. Traité de manipulations chimiques; par A. Bobierre, chimiste-manufacturier, ex-préparateur de chimie à l'école d'enseignement supérieure de la ville, suivant le programme du cours professé à cette école par M. Rousseau. 1 vol. in-8°. (*Sous presse.*)

BRARD. Nouveaux éléments de minéralogie, ou Manuel du minéralogiste voyageur; 3e édit. mise au niveau des connaissances, par M. Guillebot, ancien élève de l'École polytechnique, élève ingénieur des mines. 1 vol. in-8°. 7 fr.

BREMSER Traité zoologique et physiologique sur les vers intestinaux de l'homme, par Bremser; traduit de l'allemand par Grundler, docteur-médecin professeur; revu et augmenté de notes par M. Blainville, professeur d'anatomie comparée et de zoologie à la Faculté des sciences; enrichi d'un nouvel atlas composé de 15 planches in-4°, avec un texte explicatif renfermant plusieurs observations inédites, par M. Leblond, professeur d'histoire naturelle au collége royal de Charlemagne : 1 vol. in-18 et atlas, br. 13 fr.

L'atlas séparément. 7 fr. 50 c.

BROUSSAIS Histoire des phlegmasies ou inflammations chroniques, fondée sur de nouvelles observations de clinique et d'anatomie pathologique. 5e édit. 3 vol. in-8°. br. 22 fr.

CAZEAUX. Traité théorique et pratique de l'art des accouchements, comprenant l'histoire des maladies qui peuvent

se manifester pendant la grossesse et le travail, et l'indication des soins à donner à l'enfant nouveau-né; ouvrage approuvé par le Conseil de l'Instruction publique. 1 très-fort vol. in-8° avec 12 pl. gr., br. 9 fr.

CHEVREUL. Précis de l'art des accouchements, à l'usage des étudiants en médecine et des élèves sages-femmes, par CHEVREUL, professeur d'accouchements, directeur de l'École de médecine secondaire et de l'hospice de la Maternité d'Angers; troisième édition, revue et augmentée de fig. sur bois. 1 vol. grand in-18, br. 3 fr. 50 c.

CORVISART. Essai sur les maladies et les lésions organiques du cœur et des gros vaisseaux; 3e édit., corrigée et augmentée. 1 vol. in-8°, br. 7 fr.

COSTER. Manuel des opérations chirurgicales, contenant plusieurs procédés opératoires, en particulier ceux de M. Lisfranc, et suivi de deux tableaux synoptiques des accouchements naturels et artificiels; 3e édit., avec des additions et des changements importants. 1 fort vol. in-18, br. 6 fr.

DENONVILLIERS. Traité d'anatomie chirurgicale, par C. Denonvilliers, chef des travaux anatomiques et professeur agrégé de la Faculté de médecine. 1 vol. in-8°, avec un atlas du même format, composé d'environ 50 pl. dessinées d'après nature par Léveillé et gravées sur acier. (*Sous presse.*)

DESPRETZ. Traité élémentaire de physique, ouvrage adopté par le Conseil royal de l'instruction publique. 4e édit. 1 très-fort vol. in-8° avec pl., br. 12 fr.

DICTIONNAIRE DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE PRATIQUES, par MM. Andral, Bégin, Blandin, Bouillaud, Bouvier, Cruveilhier, Cullerier, A. Devergie, Deslandes, Dugès, Dupuytren, Foville, Guibourt, Jolly, Lallemand, Londe, Magendie, Martin-Solon, Ratier, Rayer, Roche, Sanson. 15 volumes in-8° de 600 à 700 pages chacun. L'ouvrage complet br. 105 fr.

DICTIONNAIRE UNIVERSEL DE MATIÈRE MÉDICALE ET DE THÉRAPEUTIQUE GÉNÉRALE, contenant l'indication, la description et l'emploi de tous les médicaments connus dans les diverses parties du globe; par F.-V. Mérat et A.-J. Delens, DD. MM. PP. 6 forts vol. in-8°, br. 52 fr.

DIDIER. Précis d'un cours complet de mathématiques, à l'usage des gens du monde et surtout à l'usage des jeunes gens qui se destinent aux divers services publics, aux sciences, aux arts, à l'éducation. 1 vol. grand in-8° à deux colonnes, et 10 planches gravées avec soin sur acier, br. 2 fr. 80 c.

EUSÈBE DE SALLE. Tableaux synoptiques des poisons et asphyxies, divisés d'après les tableaux les plus récents d'histoire naturelle, de thérapeutique et de médecine légale, et dans lesquels sont réunis, sous un même coup d'œil, le nom de toutes les substances vénéneuses des trois règnes de la nature, les accidents qu'elles déterminent, les remèdes qu'on doit leur opposer, et les réactifs qui les font reconnaître; 3e édit., revue, corrigée et augmentée. 2 feuilles in-plano (sur jésus). 3 fr.

FAU. Anatomie des formes de l'homme, à l'usage des peintres et des sculpteurs. 1 vol. in-8°, avec atlas in-4° de 30 planches environ, toutes dessinées d'après nature et lithographiées, par M. Léveillé, élève de M. Jacob. (*Sous presse.*)

Cet ouvrage paraîtra en deux parties, la première partie sera publiée en novembre 1843.

Pour compléter cette anatomie des formes : UN NOUVEL ÉCORCHÉ, statuette en plâtre de 70 centimètres de haut, par M. Eugène Caudron, sculpteur, élève de M. David (d'Angers), et sous la direction de M. J. Fau. Les dissections ont été faites à l'École pratique, sous les yeux de M. Ch. Denonvilliers, chef des traveaux anatomiques, qui a bien voulu fournir les sujets. Prix de la statuette 15 fr.

Il y aura des exemplaires coloriés d'après nature. — Avec cette statuette on donnera une brochure représentant la figure au trait sur les quatre faces, avec les explications et les numéros correspondants.

FAU. Manipulations électrotypiques, ou Traité de galvanoplastie, contenant la description des procédés les plus faciles pour dorer, argenter, graver sur cuivre et sur acier, reproduire les médailles et les épreuves daguerriennes, métalliser les statuettes de plâtre, etc., au moyen du galvanisme; par Ch. V. Walker, secrétaire honoraire de la Société électrique de Londres, traduit de l'anglais par le docteur J. Fau, 2e édit., augmentée d'un grand nombre de notes, et mise au niveau de la science, 1 vol. in-8°, br. 1 fr. 50 c.

GERDY. Traité des bandages, des pansements et de leurs appareils. 2e édit. 2 vol. in-8°, avec atlas in-4°, br. 17 fr.

GUIBOURT. Histoire abrégée des drogues simples. 3e édit. 2 forts vol. in-8°, br. 17 r.

GUIBOURT. Pharmacopée raisonnée, ou Traité de pharmacie théorique et pratique. 3e édit. 1840. 1 très-fort vol. grand in-8° compacte à 2 colonnes, avec 22 planches gravées. Prix br. 11 fr.

HARDY et **BÉHIER.** Traité de pathologie interne. 3 vol. in-8°. (*Sous presse. Le 1er volume paraîtra en novembre* 1843.)

HUTIN. Manuel de la physiologie de l'homme, ou Description succincte des phénomènes de son organisation. 2e édit. 1 vol. grand in-8°. Prix br. 6 fr.

ITARD. Traité des maladies de l'oreille et de l'audition, par Itard, médecin en chef des sourds-muets. 2e édit., revue et publiée par les soins de l'Académie royale de médecine. 1842. 2 vol. in-8° br., avec planches. 14 fr.

JOURDAN. Traité complet des maladies vénériennes, con-

tenant l'exposition de leurs symptômes et de leur traitement rationnel, d'après les principes de la médecine organique, avec l'histoire critique des théories et des méthodes curatives généralement reçues; par JOURDAN, membre de l'Académie royale de médecine. 2 vol. in-8°, br. 14 fr.

LACHAISE. Hygiène physiologique de la femme, ou de la Femme considérée dans son système physique et moral, sous le rapport de son éducation et des soins que réclame sa santé à toutes les époques de la vie; par LACHAISE. Paris, 1 vol. in-8°, br. 6 fr. 50 c.

LEGOUAS (du Loiret). Nouveaux principes de chirurgie, 6e édit. 1 vol. in-8°, br. 8 fr. 50 c.

MAGENDIE. Précis élémentaire de physiologie. 4e édition, 2 vol. in-8°, fig., br. 17 fr.

MAGENDIE. Recherches sur le liquide céphalo-rachidien ou cérébro-spinal. 1 vol. in-4° avec atlas in-folio, br. 15 fr.

MAGENDIE. Formulaire pour la préparation et l'emploi de plusieurs nouveaux médicaments. 7e édit. 1 vol. in-12, br. 5 fr.

MARTIN. Études de chimie philosophique, exposé des principes d'une nouvelle école, conduisant à la solution de toutes les grandes questions de chimie et de physique, à l'explication de la vie végétale et animale, de la constitution des corps organiques, des fermentations, et des divers phénomènes naturels les plus intéressants; avec des applications à l'hygiène, la médecine et l'agriculture. Première partie. 1842. 1 vol. in-8°. Prix br. 2 fr. 75 c.

MASSE. Petit atlas complet d'anatomie descriptive composé de 112 planches dessinées d'après nature et gravées sur acier avec soin. Prix cartonné, fig. noires. 20 fr.

Idem, fig. coloriées. 36 fr.

Cet atlas se recommande par l'exactitude des moindres détails, le luxe d'exécution, la commodité du format et

surtout la modicité du prix. Joint à la 5e édition de l'Anatomie de M. Bayle, il forme un Traité d'anatomie descriptif et iconographique très-complet et au courant de la science.

MASSE. Anatomie synoptique, ou Résumé complet de l'anatomie, avec la description succincte de toutes les aponévroses. 1 vol. grand in-18 anglais. (*Sous presse, pour paraître en novembre prochain.*)

Cet ouvrage est destiné à simplifier le travail aux élèves en médecine dans le cours de leurs études et au moment des examens.

MÉRAT. Nouvelle Flore des environs de Paris, suivant la méthode naturelle, avec l'indication des plantes usitées en médecine. 4e édit., contenant la cryptogamie et la phanérogamie. 2 vol. grand in-18. 13 fr.

MÉRAT. Revue de la Flore parisienne, suivie du texte du *Botanicon parisiense* de Vaillant, avec les noms linnéens en regard, ouvrage servant de complément à la Nouvelle Flore et au Synopsis de la Flore des environs de Paris, etc. 1843. 1 vol. in-8°, br. 5 fr. 50 c.

MÉRAT. Synopsis de la Nouvelle Flore des environs de Paris, suivant la méthode naturelle. 1 vol. in-18, br. 4 fr. 50 c.

NELATON. Recherches sur l'affection tuberculeuse des os. Brochure in-8° avec planches. 2 fr.

NELATON. Tumeurs de la mamelle. Br., in-4°. 3 fr.

OLLIVIER. Traité de la moelle épinière et de ses maladies, contenant l'histoire anatomique, physiologique et pathologique de ce centre nerveux chez l'homme. 3e édit. 2 vol. in-8° avec planches, br. 15 fr.

RATIER. (F.-S.) Nouvelle médecine domestique, contenant : 1° un Traité d'hygiène générale et spéciale ; 2° un Traité des erreurs populaires relatives à la médecine ; 3° un Manuel des premiers secours à administrer dans les

cas d'accidents pressants; 4° un Traité de médecine pratique, générale et spéciale; 5° un Formulaire pour la préparation et l'administration des médicaments; 6° un Vocabulaire destiné à faciliter l'intelligence des termes techniques, par F.-S RATIER. 2 vol. in-8°, br. 15 fr.

ROUSSEAU. Introduction à l'étude de la chimie; par E. Rousseau, chimiste-manufacturier, préparateur de chimie à la Faculté de médecine, professeur de chimie à l'École d'enseignement supplémentaire de la ville. 1 vol. grand in-18. (*Sous presse.*)

RIVIÈRE. Éléments de géologie pure et appliquée, ou Résumé d'un cours de géologie descriptive, spéculative, industrielle et comparative. 1 vol. in-8° avec planches, br. 12 fr.

STRAUS-DURCKEIM. Traité pratique et théorique d'anatomie comparative, contenant l'art de disséquer les animaux de toutes les classes, et les moyens de conserver les pièces anatomiques. 1843. 2 vol. in-8°, avec planches, br. 13 fr.

VATEL. Éléments de pathologie vétérinaire. 3 vol. in-8°, br. 20 fr.

VELPEAU. Traité complet d'anatomie chirurgicale générale et topographique. 2 vol. in-8°, avec atlas in-4°. 25 fr.

VELPEAU. Manuel d'anatomie chirurgicale générale et topographique, etc., 1 vol. in-18, br. 7 fr.

Paris, imprimé par BÉTHUNE et PLON.

CHEZ LE MÊME LIBRAIRE.

FAU. ANATOMIE DES FORMES DE L'HOMME, à l'usage des peintres et des sculpteurs.—1 vol. in-8°, avec un atlas in-4° jésus de 30 planches environ, dessinées d'après nature et lithographiées par Léveille, élève de M. Jacob.

Cet ouvrage sera publié en deux parties : la première partie paraîtra en novembre 1843, la deuxième partie à la fin de février 1844.

Pour compléter cette Anatomie des Formes, UN NOUVEL ECORCHÉ, statuette en plâtre de 70 centimètres de haut, par E. Caudron, sculpteur, élève de M. David (d'Angers), sous la direction du docteur J. Fau. Les dissections ont été faites à l'École pratique, sous les yeux de M. Ch. Denonvilliers, chef des travaux anatomiques, qui a bien voulu donner les sujets. — Prix de la statuette : 15 fr.

Il y aura des exemplaires coloriés d'après nature.

Avec cette statuette, l'on donnera un livret représentant la figure au trait, sur les quatre faces, avec les explications et les numéros correspondants.

BAYLE. TRAITÉ D'ANATOMIE DESCRIPTIVE. 5e édition. Paris, 1843. 1 vol. grand in-18 anglais, édité avec luxe — Prix, broché : 6 fr.
Le même, avec une jolie reliure à l'anglaise, 7 fr.

MASSE. PETIT ATLAS COMPLET D'ANATOMIE DESCRIPTIVE. Paris, 1843. 1 vol. grand in-18 anglais, composé de 112 pl. originales gravées sur acier, et d'un texte explicatif en regard.

Prix : relié à l'anglaise, figures noires, 20 fr.
Le même, » » coloriées, 36 fr.

Ces deux ouvrages forment une Anatomie descriptive et iconographique très-complète, à l'usage des médecins et des gens du monde.

MASSE. ANATOMIE SYNOPTIQUE, ou résumé complet d'Anatomie avec la description succincte de toutes les aponévroses. 1 vol. grand in-18 anglais (*sous presse* pour paraître en novembre prochain).

PARIS. IMPRIMÉ PAR BETHUNE ET PLON.